

ВСЕСОЮЗНАЯ АКАДЕМИЯ С.-Х. НАУК им. В. И. ЛЕНИНА
ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

THE LENIN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES IN U.S.S.R.
INSTITUTE FOR PLANT PROTECTION

ТРУДЫ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

III СЕРИЯ: СРЕДСТВА И ОРУДИЯ БОРЬБЫ

ВЫПУСК 3

BULLETIN OF PLANT PROTECTION

III SERIES: CONTROL MEASURES AND
IMPLEMENTS

Nr. 3

ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD
1933

СБОРНИК
РАБОТ ПО ФИЗИОЛОГИИ
БОЛЬНОГО И ПОВРЕЖДЕННОГО
РАСТЕНИЯ

(Материалы для оценки эффективности мероприятий и учета
потерь от вредителей и болезней)

PAPERS
ON THE PHYSIOLOGY
OF THE DISEASED
AND INJURED PLANT

(Materials to the estimation of the effects of measures against
the damage caused by pests and diseases)

В. Н. Любименко.

О коэффициентах вредности.

W. N. Liubimenko.

On the coefficients of injury.

Крепнущая плановость в области организации нашего социалистического сельского хозяйства, техническое перевооружение, перспективы широкой электрификации его и успехи механизации основных процессов производства,—все это с каждым годом открывает все более и более широкие возможности для практики борьбы с вредителями и болезнями с.-х. растений и небывалый простор для научных изысканий в этом направлении. Однако, эти же особенности и, в частности, очередные задачи укрепления хозяйственной мощи наших совхозов и колхозов, с особой остротой ставят вопрос об экономическом обосновании проводимых и изучаемых мероприятий. На первый план выдвигается экономическая сторона вопроса, которая при известных условиях может ограничивать открывающиеся технические и организационные возможности и тем самым должна практическую исследовательскую деятельность вводить в нормальное русло экономической выгоды и целесообразности.

Необходимо в руки практика дать основания для оценки экономической выгоды того или иного мероприятия, а в руки исследователя — основания для оценки экономической целесообразности избираемого направления в разрешении вопросов борьбы. Такой базой может явиться только знание размера потерь, наносимых хозяйству вредителями и болезнями.

Потери от того или другого вредителя или болезни определяются степенью воздействия их на количество и качество с.-х. продукции, а последнее прежде всего зависит от степени и характера повреждений, наносимых растениям, дающим эту продукцию.

Так возникает вопрос о степени вредности того или иного повреждения, наносимого растению во время его роста, иначе говоря, вопрос о так называемых коэффициентах вредности (или вредности).

В разрешении этого вопроса наряду с растениеводственно-энтомологическими или фитопатологическими исследованиями соответствующее место должны занять и специальные физиологические исследования.

С физиологической точки зрения разнообразные повреждения, наносимые растению растительными и животными вредителями и хи-

мическими препаратами, которые применяются в целях борьбы с вредителями, можно разбить на две крупные группы:

- а) повреждения репродуктивных органов (цветов, плодов, семян),
- б) повреждения вегетативных органов или органов питания (корней, стеблей, листьев).

Влияние повреждений репродуктивных органов в огромном большинстве случаев прямо пропорционально степени их повреждения, так как здесь затрагиваются непосредственно самые элементы урожая. То же самое можно сказать и о повреждениях вегетативных органов, когда они непосредственно являются элементами урожая. С практической точки зрения во всех этих случаях вопрос разрешается выработкой удобного для полевой работы и достаточно точного метода определения степени повреждения.

Иначе обстоит дело с такими повреждениями, которые непосредственно не затрагивают урожая, но ограничивают или расстраивают процесс питания. Сюда относятся повреждения корней, стеблей и листьев, когда элементами урожая являются плоды и семена, непосредственно неповреждаемые; повреждения стеблей и листьев, когда элементами урожая являются подземные органы; повреждения корней, когда урожай составляют листья, и т. д.

Во всех подобных случаях повреждение оказывает косвенное влияние на урожай и потому понятно, что для точной оценки степени вреда мало одного определения размеров повреждения; необходимо располагать еще одной числовой величиной, которую можно назвать коэффициентом вредности. Коэффициент вредности это тот множитель, на который нужно умножить степень повреждения питающих органов, чтобы получить действительный эффект повреждения, т. е. величину потери в количестве и качестве урожая.

В 1928 году Г. Е. Спангенберг обратился ко мне с вопросом, не существует ли в физиологической литературе каких либо данных, которые можно было бы использовать для определения потери урожая при пятнистых повреждениях листьев, если степень повреждения их будет с достаточной точностью учтена и если элементами урожая являются не листья, а плоды и семена. Я вынужден был ответить, что таких данных, которые были бы пригодны для непосредственного практического использования, нет; их нужно получить путем прямого эксперимента.

В том же году при содействии Г. Е. Спангенберга была поставлена первая серия опытов, выполненная моими сотрудниками Е. Г. Друзенко и В. Н. Серебрянской на средства Киевского Сортоводно-Семенного Управления Сахаротреста. С тех пор работа продолжалась на средства ОЗРА НКЗ РСФСР, а с образованием ВИЗРа она вошла в число плановых заданий этого учреждения.

Чтобы дать ясное представление о характере относящихся сюда физиологических исследований, их масштабе, практическом и теоретическом значении, рассмотрим вкратце те частные задания, которые должны подвергнуться экспериментальной разработке и которые вытекают из поставленной выше проблемы.

Повреждения листьев могут быть чисто механическими, напр., при градобитиях или поедании насекомыми, не выпускающими каких либо действующих на ткани листа веществ ядовитого или возбуждающего характера. В этом случае дело идет, очевидно, лишь о механическом уменьшении ассимилирующей листовой площади.

При повреждениях растительными паразитами и насекомыми, выпускающими в пораненную ткань ядовитые и возбуждающие вещества, необходимо считаться с явлениями вторичного порядка, с образованием галлов и галлообразных разражений на листьях, а также с действием веществ, выделяемых паразитами, на физиологические функции растения, его газовый обмен, транспирацию и ростовые процессы.

Наконец, при повреждениях, вызываемых химическими препаратами, применяемыми в борьбе с растительными и животными паразитами, лишь в редких случаях они выражаются в такой форме ожогов, которые можно непосредственно приравнять к простым механическим повреждениям. Обычно здесь приходится принимать в расчет вторичные явления нарушения нормальных функций питания под влиянием проникновения ядовитых веществ в ткани растения. В одних случаях эти явления могут сопровождать видимое повреждение ткани в форме ожогов, тогда как в других они могут оказывать свое действие без видимого повреждения тканей.

Всю группу физиологических явлений вторичного порядка мы можем рассматривать как результат химического раздражения протоплазмы, возбуждаемого самыми разнообразными химическими реагентами, органическими и неорганическими. Чаще всего здесь наблюдается то или иное нарушение процессов питания и роста, но в отдельных случаях химическое раздражение может стимулировать рост и давать положительный результат.

Таким образом, практическая задача найти коэффициент вредности повреждений листьев охватывает экспериментальную работу трех разных направлений:

- а) определение вредности механического повреждения;
- б) определение вредности механического и химического повреждения растительными и животными паразитами;
- в) определение вредности механического и химического воздействия применяемыми в борьбе с паразитами химическими препаратами.

В экспериментальном отношении наиболее простым представляется определение вредности механического повреждения листьев. Но и здесь работа осложняется, во-первых, наследственными особенностями разных видов растений, и, во-вторых, течением процесса развития растения.

В основе индивидуального развития высшего растения лежит построение цепей побегов вегетативных и репродуктивных. Репродуктивный побег, появляющийся в форме цветка, обычно заканчивает рост цепи вегетативных побегов. Если все растение представлено одной осью, одной цепью побегов, то образованием репродуктивного побега заканчивается цикл индивидуального развития. Если растение дает несколько или много ветвящихся осей побегов, то развитие усложняется, вегетативный рост прекращается нормально только для тех осей, которые заканчиваются репродуктивными побегами, но он продолжается у осей, не дающих этих побегов.

Эта сравнительно простая схема, однако, может сильно усложняться явлениями регенерации и построением побегов из так называемых адвентивных или придаточных почек.

Отсюда понятно, что при учете вредности повреждений листьев нужно выяснить прежде всего регенеративную способность растения, т. е. его способность замещать поврежденные побеги новыми.

Далее, развитие каждого побега совершается в известной последовательности; поэтому на одном и том же побеге мы находим листья разного возраста, а в цепи побегов, образующих одну ось, всю гамму переходов от листьев в только распускающихся из почек до таких, которые уже пожелтели и отмирают или отмерли. Причина этого явления заключается в ограниченности размеров и времени существования листьев: каждый лист довольно быстро проходит свой цикл развития и по отмирании обычно сбрасывается. Явление это имеет всеобщий характер; поэтому не только у многолетников и деревьев, но также и у однолетников (в период, близкий к их цветению) мы находим листья всех возрастов.

Само собой разумеется, что питающая ценность листа неодинакова в разные периоды его жизни: листья молодые, находящиеся в периоде роста, расходуют значительную часть вырабатываемых ими ассимилятов на построение собственных тканей; только по окончании роста весь вырабатываемый материал передвигается в стебель и некоторая его часть расходуется на дыхание. Когда начинается старение взрослого листа, которое внешним образом нередко выражается постепенной потерей хлорофилла, то эффективность питающей функции опять понижается и постепенно падает до нуля.

Отсюда ясно, что при нормальном развитии какого-либо растения, во первых, изменяется эффективная площадь листы благодаря отмиранию старых и развитию новых листьев; во вторых, продуктивность этой площади неравномерна: достигая максимума у взрослых листьев, она падает до минимума у листьев старых и очень молодых.

Наконец, нельзя упускать из вида, что накопление растительной массы при нормальном развитии растения происходит одновременно с построением листовой массы и увеличением площади листьев, причем как увеличение массы, так и увеличение листовой площади совершается с начала в геометрической прогрессии.

Отсюда понятно, что потеря одной и той же доли листовой площади может иметь различный эффект в отношении величины урожая в зависимости от того, на какой стадии развития растения эта потеря произошла.

При постановке экспериментального исследования проще всего имитировать механическое повреждение листьев путем вырезывания определенного, заранее заданного процента площади листа. Такое чисто механическое повреждение ткани, однако, может вызвать физиологический эффект, именно усиление энергии дыхания и подавление или усиление энергии фотосинтеза, усиление потери воды через испарение по краям раны и, наконец, усиление ростовых процессов в самом листе, если операции подвергаются очень молодые листья, еще энергично растущие.

Далее, удаление одной и той же доли листовой площади может быть произведено либо одним сплошным куском, либо отверстиями разного диаметра. Различие здесь заключается в том, что, чем мельче вырезанные отверстия, тем больший периметр раны приходится на одну и ту же единицу удаляемой площади.

Наконец, можно предполагать, что при различных условиях зольного питания и при разных комбинациях метеорологических факторов растение будет реагировать неодинаково на удаление одной и той же доли листовой площади.

Имея в виду все эти соображения, мы в общем плане экспериментальных работ над механическими повреждениями листьев наметили разработку следующих частных тем:

1) Определение количественной эволюции, т. е. нарастания листовой общей и рабочей площади во время нормального развития здорового растения.

2) Определение количества хлорофилла, энергии дыхания и фотосинтеза у листьев разных возрастов и на разных стадиях развития здорового растения.

3) Определение энергии газового обмена, транспирации и количества хлорофилла при разных степенях механического уменьшения листовой площади, производимого: а) на разных стадиях развития растения, б) в разных климатических условиях, в) на разных фонах минерального питания.

4) Определение транспорта углеводов и прироста растительной массы, накопляемой в разных органах, количества и качества урожая при разных степенях механического уменьшения листовой площади, производимого: а) на разных стадиях развития растения, б) в разных климатических условиях, в) на разных фонах минерального питания.

Уже из перечня этих тем видно, насколько сложным оказалось решение поставленной практической проблемы в ее простейшей форме, т. е. при простом механическом повреждении листьев, вызывающем уменьшение листовой площади. С первого взгляда могло бы показаться, что при таком повреждении вредность выражается только в понижении продуктивности в процессе фотосинтеза; в действительности, как мы видим, при этом возбуждаются вторичные процессы, интенсивность которых также требует экспериментального учета. При повреждениях, сопровождаемых раздражением протоплазмы химическими реагентами, поступающими в ткань от растительных и животных паразитов и химических препаратов, вторичные процессы могут получить первенствующее значение. Поэтому данные, полученные в опытах с простым механическим повреждением листьев, нельзя непосредственно использовать здесь для определения вредности. В этом случае в опыт необходимо вводить агенты, вызывающие повреждение, т. е. применять искусственное заражение паразитами и воздействие теми препаратами, которые непосредственно применяются в практике защиты.

Все только что сказанное относительно постановки физиологических исследований охватывает лишь повреждения листьев, которые, вообще говоря, сравнительно легко поддаются учету. Гораздо труднее в чисто техническом отношении произвести учет повреждений корневой системы. Здесь также степень повреждения может быть выражена долями потери в общей поглощающей поверхности корней. В тех случаях, когда повреждение захватывает тонкие разветвления, непосредственно служащие органами поглощения воды и солевых элементов, или когда отрезаются более крупные ветви вместе с тонкими, техническая трудность при определении степени повреждения здесь заключается в том, что при развитии корневой системы в почве ее невозможно выделить без потери тончайших веточек. Кроме того, не легко также установить ту часть корневой системы, которая служит поглощающим аппаратом. При нормальном развитии растения именно эта часть подвергается смене, подобной смене листьев, так

как корневая система непрерывно обновляется путем отмирания одних разветвлений и развития других.

Изучение вредности повреждений корневой системы требует очевидно применения специальных методов выращивания растений, которые давали бы возможность следить за развитием корневой системы и эволюцией ее поглощающей поверхности.

Помимо прямого выключения тех или иных участков поглощающей поверхности корня, повреждения могут захватывать также главный корень и его крупные разветвления в форме более или менее глубоких ран, перерезывающих проводящую ткань и замедляющих передвижение воды и минеральных веществ из корней в надземные части и органических веществ в корни. Для оценки вредности такого рода повреждений необходима выработка специальных методов.

Что касается повреждений стебля, то они могут либо уменьшать листовую площадь, если удаляются отдельные ветки с листьями, либо нарушать проводящую и механическую функцию стебля, как оси растения. Лишь в сравнительно редких случаях повреждение зеленых тканей стебля может оказать влияние в смысле ограничения площади для фотосинтеза. В некоторых случаях губительное действие могут оказать повреждения почек, особенно верхушечных почек.

Если мы обратимся к общей физиологии, то необходимых данных, которые непосредственно могли бы быть использованы для практики определения степени повреждения и его вредности для дальнейшего развития растения, в ней не найдем. Данные эти необходимо добывать специально поставленными исследованиями, которые, как мы видели на примере с механическими повреждениями листьев, приобретают довольно сложный и громоздкий характер. Поэтому естественно возникает вопрос, насколько целесообразна постановка такой работы в рамках ВИЗР'а и даст ли она в ближайшее время результаты, непосредственно пригодные для практики.

Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим вкратце результаты уже проделанной работы по вопросу о коэффициентах вредности механического уменьшения листовой ткани площади у злаков. В ботанической литературе русской и иностранной до 1920 года нам неизвестно статей, которые были бы посвящены этому вопросу. В немецкой сельскохозяйственной литературе имеется две статьи—В. Aderhold (1905) и О. Schlumberger (1913), в которых излагаются результаты опытов с искусственным уменьшением листовой площади. Обе эти работы носят отрывочный характер и не обратили на себя внимания (подробнее о работах названных авторов см. в статье З. М. Эйдельман). То же самое можно сказать и о работах моей (Любименко, 1921) и совместной с моей сотрудницей А. И. Петелиной (1922). Вопрос о влиянии повреждений листьев на дальнейшее развитие растения стал привлекать внимание экспериментаторов только в самые последние годы (работы G. Dungan 1930, A. Hime and C. Franzke, 1929, М. Орловский, 1929). Поэтому наш проект о систематическом исследовании этого вопроса (1928 г.) является первой серьезной попыткой всесторонне проанализировать это явление с определенной целью отыскать основные закономерности и использовать их для выработки коэффициентов вредности.

Как уже замечено выше, первая работа была выполнена в 1928 г. Е. Г. Друзенко и В. Н. Серебрянской. Предварительный отчет был напечатан в „Сборнике Сортоводно-Семенного Управления Сахаротреста“ в Киеве (1929), а в полном виде описание опытов и полученных результатов помещено в „Трудах Украинского Института Прикладной Ботаники“ (1930).

Из данных этой работы видно, что у некоторых злаков (пшеница, ячмень) значительная часть ассимилирующей площади (до 50% и более) падает на влагалища, но ассимиляционная способность их по энергии газового обмена фотосинтеза значительно слабее, чем листовых пластинок. Поэтому полное выключение ассимиляционной деятельности влагалищ, начиная со стадии развития 4-го листа, не препятствует нормальному развитию пшеницы, ячменя и проса: оно ведет лишь к уменьшению урожая растительной массы и к понижению урожая зерна на 20-30%. Напротив, удаление листовых пластинок, начиная со стадии, когда растения имеют 3 листа, не смотря на наличие влагалищ, губительно отзывается на развитии растений: оперированные таким образом пшеница и ячмень погибают до наступления колошения, а рожь, хотя и колосится, но не дает зерна.

Удаление листовых пластинок на стадии кущения сильно угнетает развитие ржи, ячменя и пшеницы, причем потеря урожая зерна и растительной массы больше, чем относительная потеря листовой площади. Частичное уменьшение площади листовых пластинок, среднем на 40%, если оно начинается со стадии 4-х листочков, не препятствует нормальному развитию ржи, ячменя и пшеницы; оно ведет только к уменьшению урожая растительной массы и урожая зерна в размерах несколько больших, чем это наблюдается при выключении ассимиляционной деятельности влагалищ. Наконец, уменьшение площади листовых пластинок на 40%, если оно начинается со стадии колошения, лишь немного понижает урожай растительной массы и урожай зерна.

Только что изложенные результаты опытов ясно показывают, что коэффициент вредности механических повреждений листьев неодинаков для влагалищ и листовых пластинок; кроме того, и в отношении листовых пластинок он сильно изменяется в зависимости от стадии развития растения. Растение наиболее чувствительно к повреждениям листьев на ранних стадиях развития. У злаков уменьшение листовой площади на стадии 3-х и 4-х листьев вызывает отрицательный эффект больший, чем можно было бы ожидать, исходя в расчетах из процента удаленной площади. В этом случае коэффициент вредности больше единицы. На более поздних стадиях он уменьшается и на стадии колошения и цветения он становится меньше единицы.

Далее, опыт показал, что у разных видов растений реакция на механическое повреждение листьев неодинакова: яровая рожь оказалась более выносливой, чем пшеница или ячмень. С практической точки зрения результаты опытов давали полное основание рассчитывать, что, продолжая работу в том же направлении, можно в конце концов получить числовое значение коэффициентов вредности. Для этого, однако, необходимо, с одной стороны, увеличить запас опытного материала для установления общих закономерностей, а с другой — изучать каждое растение отдельно.

В этих видах в 1929 г. мной была составлена схема постановки опытов над яровой пшеницей на различных географических широтах, именно в Ленинграде, Москве, Киеве и Ростове. Работа была организована при ближайшем содействии Г. Е. Спангенберга по одному общему плану и с одним и тем же посевным материалом; в начале предполагалось, что опыты будут повторены в течение двух лет и что полученный таким образом цифровой материал позволит ближе подойти к числовому выражению коэффициентов вредности.

По плану опытов намечалось изучение влияния частичного удаления листовой площади путем надрезки листовых пластинок с таким расчетом, чтобы было отрезано 20, 30, 50, 75 и 100% каждой пластинки. Для облегчения техники выполнения этой работы предписывалось надрезать каждую пластинку листа вдоль с таким расчетом, чтобы удалялось $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ листовой пластинки путем глазомерного определения. Обрезка листьев должна была производиться на трех различных стадиях развития растений, именно на стадии 2-х или 3-х листочков, на стадии трубки и на стадии начала цветения. Растения предписывалось довести до полного созревания зерна и учесть вес всех надземных частей отдельно, чтобы получить таким образом полную картину влияния повреждения листьев на развитие разных органов растения (подробности см. ниже, в примечании).

Кроме того, в Ленинграде намечено было поставить специальные опыты в целях более углубленного анализа рассматриваемого явления, а именно:

а) определить количественную эволюцию листовой площади общей и продуктивной в отношении фотосинтеза в течение нормального развития здорового растения;

б) определить по газовому обмену дыхания и фотосинтеза продуктивность листьев разного возраста и на разных стадиях развития здорового растения в связи с количественной эволюцией хлорофилла;

в) определить те же элементы для растений с листьями, поврежденными путем вырезания отверстий разного диаметра, которые могли бы имитировать пятнистые повреждения листьев растительными паразитами и грызущими насекомыми.

Кроме того, намечалось также поставить опыты с искусственным заражением яровой пшеницы ржавчиной с таким расчетом, чтобы получить разные степени заражения и учесть их влияние на развитие растений и урожай. К сожалению, осуществить намеченный план во всех его деталях не удалось. Практика показала, что постановка опытов на периферии может быть строго проведена только при условии, если опыты будут сделаны специально выделенными для этой цели работниками, уже знакомыми на практике с техникой опытов.

Что же касается письменных инструкций, к которым нам пришлось прибегнуть, то они не могли заменить живого практического ознакомления со всеми деталями технического выполнения опытов. Нельзя не заметить также, что в процессе производства опытов нам пришлось выработать и их методику; поэтому понятно, что с этой стороны были недостатки, которых нельзя было предвидеть заранее. Одним из таких недостатков было слишком малое число оперированных растений в полевых опытах. Мешкотность работы надрезки листьев и необходимость производить операцию по возможности в кратчайший срок требовала применения очень большого количества рабочих рук, кото-

рые не всегда можно достать. Предвидя это затруднение, пришлось пойти на риск сокращения числа оперированных растений; опыт показал, однако, что в этом сокращении мы перешли границу, необходимую для точного учета влияния всех намеченных градаций уменьшения листовой площади. Кроме того, мы до сих пор не имеем цифрового материала и результатов опытов, поставленных в Москве и в Ростове. Поэтому мы лишены возможности уже теперь приступить к необходимой обработке цифрового материала, чтобы получить первые приближенные величины для коэффициентов вредности. Вместе с тем тот материал, которым мы располагаем в настоящее время, достаточно хорошо иллюстрирует общие закономерности явления, которые могут быть использованы практически уже теперь. Поэтому, временно откладывая окончательную обработку данных опытов и выведение числовых величин для коэффициентов вредности, мы будем сдавать в печать работы наших сотрудников в хронологическом порядке окончания работ, помечая отдельные статьи порядковым номером, как статьи, относящиеся к общей теме о коэффициентах вредности.

Имеющийся в нашем распоряжении материал ясно говорит за то, что определение коэффициентов вредности дело хотя и трудное, но не безнадежное. Оно требует детального физиологического изучения нормального и патологического развития каждого культурного растения, причем, как видно из данных работы Орловского, существенные отличия могут обнаружиться у разных сортов одного и того же вида. Таким образом, мы стоим перед очень обширной, очень разветвленной и многолетней экспериментальной работой, которая для своего выполнения потребует соединенных усилий многих работников-специалистов в области защиты растений. В конечном итоге такая работа может дать в лучшем случае объективные признаки вредности отдельных повреждений и возможность точного учета потери урожая; в худшем случае она может раскрыть закономерности, которые могут быть использованы в практике оценки вредности людьми, которые имеют для этого надлежащую эмпирическую подготовку. То и другое имеет настолько важное значение в практике защиты растений, что вряд ли можно возражать против постановки исследований в этом направлении. Нужно иметь в виду также и то обстоятельство, что раскрытие общих закономерностей может сократить работу путем упрощения и усовершенствования методики.

Но помимо определения коэффициентов вредности, которые могут быть непосредственно использованы в практике учета уже нанесенных повреждений, экспериментальное физиологическое исследование по указанному выше общему плану в сущности охватывает всю физиологи больного и поврежденного растения, т. е. физиологию того развития его, которое совершается в природных условиях, где ни одному экземпляру не удастся избежать тех или иных хотя бы и мелких повреждений. Оно охватывает также физиологию патологического развития, когда болезни и повреждения вызывают в процессе развития сильные отклонения от некоторого среднего типа, условно называемого нормальным. Изучение физиологии патологического развития дает не только углубленный анализ течения болезненного процесса, но также и познание тех природных свойств и способов, которыми само растение борется с болезнями и повреждениями и которые лежат в основе выработки не только рациональных мер лечения, но и мер профилактических, наиболее выгодных с точки зрения защиты растений.

Таким образом, определение коэффициентов вредности представляет лишь одну из частных практических задач, решение которой входит в область физиологической патологии. Теоретический интерес этой задачи заключается в том, что ее решение требует всестороннего физиологического изучения патологического процесса. Мы в своей работе начали с простейшего случая механического повреждения листьев. Опыт показал, что и в этом простейшем случае необходима большая и сложная исследовательская работа, как в направлении методическом, так и в направлении изучения отдельных культурных растений.

Еще больше трудностей нас ожидает в физиологических исследованиях с искусственным заражением растений паразитами. Опыт, который был сделан нами в сотрудничестве с Б. П. Каракулиным (см. его статью в „Болезнях Растений“ 1930 г.) показал, что здесь предстоит большая работа методического характера, именно выработка таких методов, которые давали бы различные степени заражения. Все эти трудности происходят в значительной мере от того, что мы здесь вступаем в новую отрасль приложения физиологии. Физиология больного и поврежденного растения все еще является наукой будущего: вместе с ее развитием будет развиваться и методика исследовательской работы, упрощение и усовершенствование методов.

В работе по определению коэффициентов вредности механического повреждения листьев злаков громадное значение имеет однообразие техники в постановке опытов. Так как начатую нами работу желательно продолжить в разных географических пунктах, то мы приводим здесь в виде приложения инструкцию для постановки опытов в их простейшей форме, которые можно выполнить при минимуме лабораторной обстановки и оборудования. Инструкция была выработана нами в 1929 году.

Опыт показал, что в полевых условиях число оперированных растений для каждой степени обрезки листьев должно быть более 50, желательно 100. Если необходимо упрощение опыта, то нужно в некоторых случаях исключить первую стадию развития и начинать опыт с кущения. Если желательно усложнение, то нужно увеличить число стадий и оперировать не только все листья, а также листья определенных этажей. Нашу инструкцию мы предлагаем вниманию работников учета, которые пожелают сами провести опыты.

Само собой разумеется, что желательно варьировать густоту посева и вообще условия питания растений, если это возможно по местным условиям.

Приложение.

Инструкция для постановки опытов по изучению коэффициентов вредности механических повреждений листьев злаков в связи с методикой учета повреждений (на 1929 год).

1-я группа опытов: влияние механического уменьшения площади листовых пластинок на развитие яровой пшеницы на различных географических широтах.

Работу намечено выполнять: 1) в Ленинграде в Ботаническом саду; 2) в Москве на Станции Защиты Растений; 3) в Киеве в Сортоводно-Семенном Управлении; 4) в Ростове на Дону на Северо-Кавказской Краевой Станции Защиты Растений.

Техника постановки опытов в полевых условиях.

В целях обеспечить результаты опытов и сберечь их от возможных внешних неблагоприятных влияний, необходимо сделать три посева—ранний, средний и поздний, считая по декадам и начиная счет от возможного по местным условиям раннего посева.

Посев сделать на грядках или делянках рядовой с расстоянием в 40 сантиметров между рядами и 30 см. в ряду между растениями. Такой нарочито редкий посев применяется в целях исключить влияние близкого соседства растений и возникающей отсюда борьбы за место, особенно, в почве между корневыми системами. Густоту посева можно варьировать.

Механическое уменьшение листовых пластинок должно иметь 5 ступеней: 20%, 30%, 50%, 75% и 100%. Для каждой ступени нужно оперировать не менее 50 растений, всего для 5 ступеней 250 растений. Считая еще 50 растений контрольных, всего получим 300 растений для одной серии опытов. Это число растений, при указанной густоте посева, может поместиться на 3 грядках по 15 метров длиной и 0,8 метра шириной, что составляет площадь в 36 кв. метр. Прибавляя сюда 14 кв. метров на дорожки между грядками, получим площадку в 50 кв. метров.

Обрезка листьев должна начинаться в 3 разных срока:

- 1) с момента развертывания 2-го листа;
- 2) со стадии кущения (или стеблевания) или в момент заложения колосьев в трубку (перед колошением);
- 3) на стадии цветения.

Считая для каждой стадии по 250 оперированных и 50 контрольных экземпляров, для всех 3 стадий нужно 900 растений и площадь участка в 150 кв. метров. Полностью все операции нужно провести только на одном участке в 150 кв. м. и у 900 растений. Запасные два посева следует использовать только для замены опытов на основном участке.

При удаче запасные участки могут остаться неиспользованными. Использование их нужно производить только при неудаче опытов с той или иной стадией или степенью обрезки.

Допустим, что опыт с первой стадией не удался вследствие нападения каких-либо вредителей: запасные участки дают возможность его повторить на участке среднего посева, а при новой нужде—на участке позднего посева.

Тотчас после появления всходов на участке следует расставить этикетки с обозначением степени обрезки листовых пластинок. Лучше всего, если на грядке в одном ряду будет размещено 50 растений. В таком случае на первой грядке можно удалять 100 и 75% пластинок; на второй 50% и 30%, на третьей 20% и 0% (контрольные растения). При таком расположении опыта можно будет удобно делать фотографические снимки опытных участков, которые чрезвычайно ценны, как наглядная иллюстрация состояния оперированных растений.

Что касается техники обрезки листовых пластинок, то она сводится к следующему.

1) Нужно отрезать части пластинки в тот момент развития листа, когда пластинка удобно расправляется на руке, если она не вполне развернулась сама.

2) Сначала лучше сделать боковой поперечный надрез у основания листа на 1 мм. ниже оторочки влагалища—это необходимо, чтобы воспрепятствовать новому нарастанию пластинки в отрезанной части, которое неизбежно наступит, если отделяемая часть пластинки будет отрезана выше оторочки влагалища.

3) После бокового поперечного надреза сделать долевым (вдоль пластинки) надрез так, чтобы отделить ленту, составляющую по ширине (считая у основания листовой пластинки) $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ общей ширины пластинки. Отделяемая лента будет иметь форму вытянутого треугольника, так как лист к верхушке суживается. Оценку ширины отделяемой ленты придется делать на глаз, для чего полезно предварительно попрактиковаться, измеряя линейкой с миллиметровыми делениями ширину листовой пластинки у ее основания.

4) Обрезку всей пластинки также нужно производить ниже оторочки влагалища на 1 мм., чтобы не было нового отрастания.

5) Операции обрезки должны подвергаться все листья растения; на первой молодой стадии эта операция будет растягиваться во времени, т. к. листья придется обрезать по мере их появления и развертывания; на остальных двух стадиях работу по необходимости придется концентрировать, чтобы выполнить ее в возможно короткий срок, по возможности не более, как в 3—4 дня. Чтобы получить более равномерный материал, нужно в один день делать все степени обрезки, захватывая столько растений, сколько можно успеть. Отнюдь не следует делать в первый день одну степень обрезки, на второй следующую и т. д.

6) Обрезанные части листьев нужно аккуратно собирать в особые пакеты для каждой ступени обрезки и сушить до воздушно-сухого веса, чтобы знать, какое количество растительной массы удалено с оперированных растений. На пакете должно быть обозначено чисто растений, с которых собраны обрезанные части, если это число меньше 50.

Все время вегетации нужно вести фенологические наблюдения над развитием растений, отмечая появление разных фаз и их течение; кроме того, каждую неделю или по декадам нужно измерять прирост растений в высоту. Для характеристики развития желательно фотографировать участки через две декады.

Принять меры против выклеивания зерна из колосьев птицами. В крайнем случае, если обычные меры окажутся по местным условиям недостаточными, выращивать растения под навесами из белой легкой марли, покрывая ею, как оперированные, так и контрольные растения. Навесы из марли нужно ставить так, чтобы материя спускалась с боков почти до земли. Их можно ставить, как с самого начала вегетации, так и позже во время цветения и завязывания плодов, но одновременно для всех растений. Если есть возможность поставить навесы, то лучше ставить их с самого начала вегетации, чтобы предохранить растения от вредителей.

Техника уборки урожая сводится к следующему.

1) Убирать растения на поздней стадии восковой зрелости зерна.
2) Так как в один день нет возможности убрать все растения, то уборку можно разбить на 2—3 дня, срезая в один день одинаковые порции (по числу) растений контрольных и оперированных всех ступеней уменьшения листовой пластинки.

3) Для полноты учета растительной массы уборку листьев нужно начать значительно раньше, срезая пожелтевшие нижние листья с контрольных и оперированных растений. Эти листья нужно собирать в особые пакеты для каждой серии растений. Только при такой дробной уборке желтеющих листьев можно быть уверенным, что весь урожай надземной массы одного растения будет правильно учтен.

4) Срезанные в момент зрелости растения подвергаются затем обработке таким образом: отделяются листовые пластинки, стебли, влагалища и колосья. Все эти части отдельно высушиваются до воздушно-сухого веса; из колосьев затем выбирается зерно и определяется как общий его вес, так и средний вес одного зерна.

5) Для листовых органов нужно определить площадь весовым методом. С этой целью нужно на миллиметр-вой бумаге обрисовать наложенную на нее пластинку листа и затем ее взвесить. Таким путем определяется вес единицы площади пластинки, скажем, одного кв. сантиметра: тогда, зная общий вес пластинок, не трудно вычислить их площадь. Такую же операцию нужно сделать и для влагалищ листьев.

Само собой разумеется, что, чем большее число пластинок или влагалищ будет зарисовано и взвешено; тем с большей точностью будет определен средний вес единицы площади, а, следовательно, и площадь всех пластинок и влагалищ. Желательно сделать не менее 10 определений для тех и других в каждой серии растений. Взвешивание нужно вести на химических весах, принимая меры к тому, чтобы собранный материал не подсыхал во время этих операций.

В результате уборки и обработки растений должна дать следующие цифры.

1) Общий воздушно-сухой вес для 50 контрольных растений и для 50 растений оперированных каждой степени обрезки пластинок в момент уборки.

2) Воздушно-сухой вес отдельно листовых пластинок, влагалищ, стеблей, колосьев и зерна для тех же серий растений в момент уборки.

3) Среднее число зерен в колосе и средний вес одного зерна.

4) Воздушно-сухой вес отрезанных частей листовых пластинок для каждой серии оперированных растений.

5) Воздушно-сухой вес пожелтевших листьев, собранных до уборки, с контрольных и оперированных растений.

6) Площадь листовых пластинок и влагалищ в момент уборки.

7) Площадь пожелтевших листьев и отрезанных частей пластинок.

Из этих данных затем определяются средние величины для одного растения контрольного и оперированного. Весь материал сохранять в засушенном виде для проверки отдельных операций, если таковая понадобится.

З. М. Эйдельман.

Влияние механического уменьшения листовой площади на рост и развитие культурных растений в связи с методикой учета повреждений от болезней.

(С 3 рис.).

Z. M. Eidelman.

Effect of mechanical reduction of leaf area upon the growth and
development of cultivated plants in connection with the methods
of counting injuries from diseases.

(With 3 figs.).

Опыты В. Н. Любименко показали, что работоспособность
листа в природных условиях не достигает возможного по конструкции
ассимиляционного аппарата предела. По данным автора искусственное
уменьшение рабочей площади листьев на 25% у редиски дает урожай,
равный урожаю нормального растения; если сухой вес нормального
растения принять за 100, то при удалении $\frac{1}{4}$ листовой площади полу-
чено 103%. Расчет количества сухого вещества, приходящегося на
1 см² площади листьев, показал, что производительность синтетической
работы листа у оперируемых растений выше, чем у нормальных.

В другом опыте с желтым люпином, где молодые листочки уда-
лялись в момент распускания, были получены еще более рельефные
данные, иллюстрируемые следующей таблицей:

		Количество сухого ве- щества на 1 кв. дм. пло- щади листьев:	
		в грам.	в %
Контрольное растение		1.40	100,0
Удалено по 1 листочку		1.50	107,0
"	2	1.54	110,0
"	3	1.56	111,0
"	4	1.53	110,0
"	5	1.55	111,0
"	6	1.77	126,0
"	7	1.90	136,0

Вопрос об определении максимальной работоспособности листа,
помимо интереса его с физиологической точки зрения, имеет и большой
практический интерес. Так, при учете повреждений, наносимых расте-
нию болезнями и вредителями, чрезвычайно важно установить предел,
при котором растение еще может компенсировать недостаток рабочей

площади листа усилением энергии фотосинтеза для обеспечения нормальной, для данного растения, продукции органического вещества. С другой стороны, в практике учета вреда от болезней необходимо иметь ориентировочные числовые коэффициенты уменьшения продукции сухой массы растения при различных степенях повреждения.

Для выяснения этих вопросов нами были поставлены опыты, в которых применялись разные степени искусственного уменьшения рабочей площади листьев. Кроме того, мы изучали влияние стадии развития растения, во время которой происходит повреждение листьев, а также влияние возраста самого листа.

В литературе мы находим очень небольшое число работ, где затронутая нами тема разрабатывалась в том же направлении учета понижения урожая при искусственном повреждении растения.

Aderhold (1) первый стал на экспериментальный путь учета величины потери урожая вследствие уменьшения листовой площади. У яровой пшеницы и у ячменя искусственно удалялись 1) все листья, 2) половина каждой листовой пластинки, 3) все листья, кроме двух верхних. Операция производилась не по мере развития листьев, а через двухнедельные промежутки времени. Автор к концу опыта учитывал только общую массу растения. При удалении всех листьев получено воздушно-сухого вещества в процентах от контрольного: для ячменя 57,3%, для пшеницы 58,6%; при удалении всех листьев, кроме двух верхних, а также половины каждой листовой пластинки (эта степень повреждения произведена только у ячменя) получено: для ячменя 79,6%, у пшеницы 78,3% от контрольного.

В еще более ранней работе Schlumberger (8) изучал, главным образом, вопрос о значении листьев различных ярусов для урожая и качества зерна. Схема опытов следующая—в стадии стрелки: 1) удаление всех листьев, за исключением двух верхних, 2) продольный разрез тех же листьев (разорванные части пластинки не отделялись); начало цветения: 1) удаление всех зеленых листьев, 2) удаление двух верхних, 3) разрыв трех верхних листьев, 4) разрыв верхнего самого молодого листа. На основании полученных данных автор приходит к следующим выводам: 1) два верхних листа играют наибольшую роль в продукции и доставке строительного материала для зерна, 2) повреждение в стадии стрелки не имеет количественно учитываемого влияния на образование колосьев и зерна, 3) количественное повышение урожая зерна при оперировании в начале цветения процентно больше, чем качественное и, наконец, 4) разрыв листовой пластинки значительно меньше влияет на урожай зерна, чем полное удаление листовой ткани.

Внимание автора, главным образом, было обращено на детальное изучение качества урожая и этим, повидимому, была ограничена более широкая разработка схемы повреждений. Так, автором был мало затронут вопрос о влиянии степени повреждения, что очень важно при учете вредности различных болезней, затем недостаточно подробно разграничены отдельные ярусы листьев.

В недавних работах американских исследователей этот вопрос разрабатывался, главным образом, применительно к повреждениям наносимым градом. D u p g a n (2) при помощи особой щетки из связки железной проволоки имитировал повреждение градом на кукурузе. При повреждении в молодых стадиях развития растение компенсировало нанесенный операцией ущерб заново развившимися листьями.

Ните (4) удалял различные части листовой пластинки, тоже у кукурузы, но не учитывал, какой процент общей листовой площади при этом повреждался. Автор испытывал очень близкие стадии развития (10 сроков повреждения) и, благодаря этому, ему удалось установить критический период для кукурузы, т. е. стадию наибольшей чувствительности к повреждению.

В работе В. Н. Любименко, Е. Г. Друзенко и В. И. Серебрянской (3) испытывались только две степени повреждения листьев. В стадиях 4-го листа начала колошения удалялось 100% и около 40% листовой площади. Опыты проводились с яровой рожью, яровой пшеницей и ячменем. По данным авторов, удаление 40% листовой площади в стадии 4-го листа сильнее всего сказывается на урожае зерна, особенно у яровой ржи (понижение на 40% от контроля). Та же операция, проведенная в начале колошения, почти не влияет на формирование зерна; удаление всех листовых пластинок сильно подавляет развитие всех частей растения.

При схеме наших опытов было намечено определить влияние степени обрезки листьев на разных стадиях развития растения и при разной густоте посева, а также влияние удаления листьев разных ярусов. Были испытаны 5 степеней обрезки листьев, причем удалялась $1/4$, $1/3$, $1/2$, $3/4$ и вся листовая пластинка, что соответствует 25%, 33%, 50%, 75% и 100% общей поверхности листьев. Наши степени обрезки приближаются к различной интенсивности поражения органов наружными болезнями, различаемыми в фитопатологической практике.

Обрезка листьев была произведена в три разных срока; 1-я серия—обрезка с момента появления 3-го листа, что совпало с моментом начала кущения, 2-я серия—обрезка в стадии трубки, 3-я серия—обрезка в стадии начала цветения.

Для определения влияния повреждения листьев разных ярусов, в стадии трубки были удалены: а) по два листа нижнего и среднего ярусов, б) два листа только среднего яруса, в) два листа только верхнего яруса. В стадии начала цветения были удалены: а) листья среднего и верхнего яруса и б) листья только верхнего яруса.

Для основного опыта расстояние в ряду между растениями равнялось 30 см., вторая испытанная густота приближалась к густоте посева, принятой в условиях Ленинградского района, она равнялась 8-10 см. в ряду.

Обычный рядовой посев был произведен 28-29/VI на делянках длиной 15 метров и 0,8 м. шириной. Расстояние между двумя рядами равнялось 35-40 см. Всходы появились 5/VI, они несколько запоздали из-за низкой температуры конца мая—начала июня. После того как молодые растения несколько укрепились, производилось прореживание растений 12-14/VI на расстоянии 30 м. в ряду (для густого посева 8-10 см.). В качестве посевного материала была взята чистая линия яровой пшеницы *Triticum lutescens* № 062, полученной от В. Е. Писарева, за что приносим здесь ему благодарность.

Оперирование растений производилось следующим образом: при помощи иглы достаточно точно и быстро отделялась продольная лента, которая отрезалась ножницами у основания листа несколько ниже оторочки влагалища во избежание нового отрастания.

Для каждой степени повреждения было оперировано по 50 растений. Оперированные растения были расположены таким образом, что на первой делянке находились растения, у которых было удалено 100%

и 75% листовой поверхности, на второй 50% и 33%, на третьей 25% и 0 (контроль). Обрезка растений первой серии (стадии третьего листа) началась 17/VI и продолжалась все время по мере нарастания новых листьев, обрезка растений второй серии (стадия трубки) началась 11/VII и закончилась 15/VII. Обрезка у третьей серии (стадия цветения) началась 23/VII и производилась по мере зацветания растений. Последняя обрезка сделана 30/VII. Во всех случаях, когда обрезку всех ступеней нельзя было закончить в один день, общее число растений серии разделялось на несколько групп, назначенных для одинаковой операции.

У растений всех серий производилось оперирование нарастающих листьев, так как в условиях редкого посева все время происходило образование новых вегетативных частей растения. Во время роста, по декадам производились измерения растений оперированных и контрольных. Также регистрировалось наступление и течение фаз развития.

Уборка была произведена в ранней стадии восковой зрелости и сделана с таким расчетом, чтобы можно было учесть отдельно воздушно-сухой вес листовых пластинок, влагалищ, стеблей, колосьев и зерна, а также площадь всех листовых пластинок (отрезанных, пожелтевших и собранных в момент уборки) и влагалищ.

Площадь определялась весовым методом. Листья, стебли и колосья взвешивались по десяткам растений, а зерно взвешивалось отдельно для каждого колоса, для того, чтобы можно было биометрически обработать вес зерна.

Экспериментальная часть работы была проведена совместно с Е. Д. Бусловой. В зимней обработке материала принимала участие Е. А. Банкул.

I. Влияние степени повреждения.

1. Сводка фенологических наблюдений.

Для характеристики влияния обрезки на темп развития яровой пшеницы приводим краткую сводку течения различных фаз развития.

В нижеследующей таблице приведены данные об энергии кущения у растений I серии.

Таблица 1
Энергия кущения у растений I серии

Время наблюдения	Степень обрезки листьев									
	Контроль		25%		50%		75%		100%	
	Стеблей в среднем на 1 растение									
	Колич.	В %	Колич.	В %	Колич.	В %	Колич.	В %	Колич.	В %
Через 25 дней после посева	2,7	100	2,1	78,8	1,9	70,4	1,1	40,8	1,2	44,5
Через 42 дня после посева	4,9	100	4,3	87,8	3,6	73,5	1,7	34,7	1,6	32,7
Через 110 дней после посева, во время уборки	5,7	100	5,3	93,0	4,1	72,0	1,9	33,7	1,7	29,9

Как видно из таблицы, энергия кушения понижалась не пропорционально увеличению процента удаленной листовой поверхности, а в более слабой степени.

У растений II и III серий обрезка также сказалась на энергии кушения; так, ко времени уборки число стеблей на одном растении равнялось (см. табл. 2).

Таблица 2

Энергия кушения у растений II и III серий

С е р и и	С т е п е н ь о б р е з к и л и с т ь е в											
	Контроль		25%		33%		50%		75%		100%	
	Колич. стебл.	В %	Колич. стебл.	В %	Колич. стебл.	В %	Колич. стебл.	В %	Колич. стебл.	В %	Колич. стебл.	В %
II-я серия, стадия трубки	8,3	100,0	7,2	86,7	6,0	72,3	5,7	68,7	5,1	61,4	5,2	62,6
III-я серия, стадия начала цветения	9,7	100,0	10,4	107,0	9,7	100,0	9,6	99,0	8,7	89,7	8,1	83,5

Обрезка в стадии трубки на энергии кушения сказалась значительно сильнее, чем обрезка в стадии начала цветения. Как показывают приведенные цифры, удаление 25%, 33% и 50% листовой площади у III-й серии не вызывает ослабления кушения; но обрезка листьев на 75% и на 100% все же понижает среднее число стеблей, хотя и не так сильно, как у растений II серии.

Начало колошения и начало цветения у I серии запаздывает в зависимости от степени обрезки; напр., при различной степени обрезки эти стадии наступали в сроки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Количество дней от посева до начала колошения и цветения

Фазы развития	С т е п е н ь о б р е з к и л и с т ь е в				
	Контр.	25%	50%	75%	100%
Начало колошения	47 дн.	48 дн.	51 дн.	54 дн.	56 дн.
Начало цветения	54 „	55 „	57 „	59 „	62 „

У второй серии обрезка листьев мало сказалась на наступлении фазы колошения. Эта стадия наступила через 4—5 дней после стадии трубки у всех растений; напротив, обрезка повлияла на течение фазы

колошения не только у I, но и II серии, как показывают приводимые в таблице 4 цифры нарастания количества колосьев.

Таблица 4
Количество колосьев в среднем на 1 растение

Когда и через сколько дней после посева произведено наблюдение	Степень обрезки					
	Контр.	25 ⁰ / ₀	33 ⁰ / ₀	50 ⁰ / ₀	75 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀
I-я с е р и я						
26/VII, через 58 дн.	1,3	1,1	—	0,8	0,4	0,3
1/VIII, " 63 "	2,4	1,8	—	1,2	0,8	0,5
5/VIII, " 67 "	3,0	2,4	—	1,7	1,0	0,6
11/VIII, " 73 "	4,4	3,2	—	2,4	1,1	0,7
8/IX, " 110 "	5,7	4,4	—	3,0	1,5	1,0

II-я с е р и я						
29/VII, через 14 дн.	2,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0
11/VIII, " 27 "	4,3	3,8	3,7	3,6	3,5	2,3
8/IX, " 55 "	7,0	5,5	5,6	4,7	4,1	3,6

Прирост растений в высоту дает представление о состоянии и развитии растений при удалении части листовой поверхности.

В таблице 5 приводим только несколько сроков измерений.

Таблица 5
Средний прирост в высоту в сантиметрах

Сроки измерений	Степень обрезки					
	Контроль	25 ⁰ / ₀	33 ⁰ / ₀	50 ⁰ / ₀	75 ⁰ / ₀	100 ⁰ / ₀
Величина приростов в высоту						
I-я с е р и я						
14/VI — 20/VI	5,3	6,3	—	5,7	7,2	6,9
20/VI — 1/VII	11,2	9,0	—	9,3	8,3	9,1
1/VII — 20/VII	26,8	16,5	—	12,9	10,4	7,5
10/VII — 20/VII	12,4	16,5	—	17,0	12,7	9,2
Сумма	55,7	50,6	—	44,9	38,6	32,7

II-я с е р и я						
25/VII — 5/VIII	21,0	18,6	17,7	15,4	—	13,5

Из цифр таблицы видно, что обрезка у первой серии вызвала сначала усиление прироста в высоту, затем максимум прироста переходит к контрольным растениям и держится в течение двух декад; после этого рост контрольных растений ослабевает, а у оперированных усиливается, очевидно, вследствие запоздания в общем ходе развития. Во всяком случае сумма прироста в высоту правильно уменьшается вместе с увеличением степени обрезки листьев.

Таким образом, обрезка ослабляет общий прирост растений в высоту. Это ослабление заметно также и у растений II серии.

Для общей характеристики развития растений приводим также абсолютные цифры высоты растений в момент уборки. (Данные измерения до конца колоса).

Таблица 6
Высота растений в сант.

С е р и и	Контроль	Степень обрезки				
		25°/о	33°/о	50°/о	75°/о	100°/о
I	69,7	68,0	—	55,4	45,0	27,0
II	68,6	64,1	64,9	63,6	65,0	63,6
III	82,7	81,8	79,6	81,2	78,8	73,1

2. Учет урожая.

Так как уменьшение листовой площади путем обрезки листьев связано с нанесением поранений, то прежде всего интересно было выяснить, как отзываются эти поранения на развитии листьев. Операции, у I-й серии, напр., подвергались молодые листья (размеры их колебались от 2,0 кв. см.—первый лист и до 8—10 кв. см.—6—7-ой лист) и поэтому можно было ожидать, что остающиеся части пластинок будут разрастаться в большей степени, чем у нормальных листьев.

У II и III серии операции одновременно подвергались листья всех возрастов (размеры их колебались от 6 кв. см. до 24 кв. см.), но даже и после оперирования в стадии цветения происходило нарастание новых листьев на боковых побегах, поэтому как у I, так и у последних двух серий поранение, как раздражающий стимул, могло вызвать увеличение числа листьев на растении.

Произведенные нами определения общей площади листьев дали к моменту уборки следующие данные для одного побега (среднее для одного растения из 50 экземпляров, деленное на число побегов).

Таблица 7
Площадь листьев на 1 побег

С е р и и	Контроль		Степень обрезки листьев							
			25°/о		33°/о		50°/о		75°/о	
	В кв. см.	В °/о	В кв. см.	В °/о	В кв. см.	В °/о	В кв. см.	В °/о	В кв. см.	В °/о
I	53,5	100,0	43,5	81,3	—	—	36,6	68,4	31,1	57,1
II	74,6	100,0	65,0	87,1	64,5	86,5	65,0	87,1	55,9	75,0
III	73,3	100,0	61,3	83,6	58,4	79,6	57,3	78,2	54,4	74,2

Чтобы отдать себе более ясный отчет в эволюции листовой площади, приводим данные площади листьев, оставшихся после обрезки 25, 33, 50 и 75% пластинок (т. е. общая площадь минус площадь отрезанных частей листьев в пересчете на 1 побег).

Таблица 8

Площадь оставшихся листьев (собранные в момент уборки + сухие)

С е р и и	Контроль		С т е п е н ь о б р е з к и л и с т ь е в							
			25%		33%		50%		75%	
	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %
I	53,5	100,0	36,6	68,4	—	—	23,2	43,4	9,3	17,4
II	74,6	100,0	54,0	72,4	52,6	70,5	42,9	57,6	23,7	31,8
III	73,3	100,0	51,2	70,0	45,1	61,5	34,3	46,8	23,0	31,4

Данные эти, выраженные в процентах от контроля, показывают, что оперирование не вызывало увеличения площади оставшихся пластинок листа. У I серии, напротив, обрезка, повидимому, угнетала развитие листьев; так при обрезке 25% листовых пластинок вместо 75% от контроля собрано только 58,4%, вместо 50% собрано 43,4%, а при обрезке в 75% к моменту уборкиросло 17,4% вместо 25%. У растений II серии фактическая площадь несколько больше чем площадь, которая должна была остаться при удалении 25, 33, 50 и 75% пластинок. Здесь как будто имело место небольшая стимуляция развития листьев. У растений III серии площадь оставшихся листьев либо приближается к теоретической, либо даже несколько ниже теоретической площади.

Таблица 9

Площадь влагалищ на 1 побег

С е р и и	Контроль		С т е п е н ь о б р е з к и л и с т ь е в									
			25%		33%		50%		75%		100%	
	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %	в кв. см.	в %
I	28,9	100,0	18,9	65,4	—	—	16,3	56,4	15,6	54,0	7,6	36,3
II	38,6	100,0	28,3	73,4	29,0	75,0	28,5	73,8	26,5	68,6	22,8	59,1
III	36,3	100,0	36,1	99,4	33,8	93,1	32,0	88,2	27,1	74,8	29,0	79,3

Определение площади влагалищ в условиях нашего полевого опыта по причине преувеличенно обильного кущения не дает возможности установить, влияет ли уменьшение площади листьев стимулирующим образом на образование влагалищ. По нашим данным, общая поверхность влагалищ, точно так же как это наблюдалось у листьев, падает вместе с увеличением степени обрезки.

В табл. 9 приводим цифры абсолютной площади влагалищ в пересчете на 1 побег.

Если сравнить данные таблицы 9 с площадью оставшихся на растении листьев (табл. 8), то увидим, что площадь влагалищ у I и II серий падает значительно медленней, начиная со степени обрезки в 33% и выше.

У III серии образование влагалищ еще меньше подавлялось обрезкой листьев, в этом случае первые степени обрезки дают площадь, близкую к контролю; дальнейшее нарастание процента обрезки тоже значительно меньше понижает площадь влагалищ сравнительно с площадью листьев для тех же степеней.

Из общей суммы зеленой ассимилирующей поверхности на долю влагалищ приходится только около 32—36%; любопытно при этом, что с нарастанием степени обрезки соотношение между площадью влагалищ и площадью листьев у II и III серии почти не изменяется, только у I серии, как показывает приводимая ниже табличка, площадь влагалищ в процентах от общей ассимилирующей площади заметно падает по мере увеличения процента обрезки.

Таблица 10

Площадь влагалищ в процентах от общей ассимилирующей поверхности на 1 растение ¹

Серии	Степень повреждения					
	Контроль	25%	33%	50%	75%	100%
I	31,7	29,2	—	126,4	25,3	17,4
II	31,6	30,2	29,7	30,2	30,4	28,9
III	35,9	36,2	36,4	35,9	35,2	35,6

Данные общего веса растений показывают, что повреждение части листовых пластинок в наиболее ранней стадии 3-го листа оказывает весьма сильное влияние на урожай растительной массы.

Таблица 11

Общий воздушно-сухой вес одного растения

Серии	Степень повреждения									
	Контроль		25%		33%		50%		75%	
	в грам.	в %	в грам.	в % от контр.	в грам.	в % от контр.	в грам.	в % от контр.	в грам.	в % от контр.
I	7,01	100,0	4,86	69,3	—	—	2,59	37,0	0,86	12,3
II	13,51	100,0	9,21	68,2	7,80	57,6	7,58	56,1	5,97	44,2
III	16,00	100,0	16,57	103,5	15,19	94,9	13,54	84,6	10,36	64,7

Из приведенных цифр видно, что при удалении 25% листовой поверхности недобор сухой массы растения равен не 25%, как сле-

¹ Эти цифры получены из соответственных данных площадей для того десятка растений, у которых определена площадь влагалищ (по весу). Для листьев это определение сделано для каждого десятка отдельно и из них выведено среднее, для влагалищ же взвешивание и вычисление площади сделано только для модного десятка растений, т. е. десятка, у которого вес растения наиболее приближается к среднему весу всех растений.

Довало бы ожидать, а 30,7%, при обрезке на 50% недобор сухого вещества еще больше, он равен 63% вместо 50% и т. д.

Обрезка листьев в стадии трубки (сер. II) также достаточно резко сказывается на весе растения. При удалении 25% и 33% площади листьев понижение урожая несколько большее, чем можно было ожидать, и не соответствует уменьшению ассимилирующей поверхности. При остальных трех более высоких степенях обрезки падение урожая идет значительно медленнее, чем у I-ой серии, но все же потеря урожая еще велика.

Таблица 12
Воздушно-сухой вес листьев, стеблей колосьев и зерна
на одно растение в граммах

Орган растения	Контроль	Степень повреждения				
		25%	33%	50%	75%	100%

I с е р и я

Листья	1,16	0,88	—	0,57	0,22	0,19
Стебли	3,35	2,38	—	1,29	0,47	0,25
Колосья	2,50	1,60	—	0,74	0,17	0,09
Зерно	1,49	0,96	—	0,42	0,06	0,02

II с е р и я

Листья	2,35	1,77	1,47	1,40	1,08	0,94
Стебли	6,71	4,75	3,84	3,80	3,20	2,30
Колосья	4,45	2,69	2,49	2,38	1,69	0,91
Зерно	2,34	1,43	1,42	1,16	0,67	0,43

III с е р и я

Листья	2,70	2,42	2,15	2,09	1,80	1,39
Стебли	8,10	9,00	7,99	6,95	5,30	4,50
Колосья	5,20	5,15	5,05	4,50	3,26	2,46
Зерно	2,91	2,77	2,23	2,01	1,52	1,18

Оперирование растения в стадии начала цветения менее резко сказалось на общем весе растения, чем оперирование в I-ой и II-ой стадиях, но при высоких степенях повреждения потеря общего веса довольно большая; так, при повреждении 75% и 100% листовой площади недобор сухой массы равен 35.3% и 47.9%.

Если обратить внимание на распределение сухого вещества по органам (см. таблицу 12), то бросается в глаза, что образование зерна подавляется значительно сильнее, чем накопление вегетативной массы.

Для удобства сравнения приведем относительные данные (контроль принят за 100) веса зерна и веса вегетативных частей (общий вес растения минус вес зерна).

Таблица 13
Вес зерна и вегетативных частей в процентах от контроля

С е р и и	С т е п е н ь п о в р е ж д е н и я									
	25%		33%		50%		75%		100%	
	зерно	вег. части	зерно	вег. части	зерно	вег. части	зерно	вег. части	зерно	вег. части
I	64,5	70,7	—	—	28,2	39,2	4,0	14,5	1,3	9,2
II	61,3	69,6	60,7	57,1	49,6	57,6	28,6	47,5	18,4	33,3
III	95,3	105,5	76,6	99,0	69,0	88,4	52,2	67,5	40,6	54,8

У всех трех серий вес зерна падает значительно сильнее, чем вес вегетативных частей растения, особенно при высоких степенях повреждения. Так, напр., у III серии (стадия начала цветения) обрезка листьев на 25% вызвала даже некоторое увеличение веса вегетативных частей, но вес зерна несмотря на это обнаруживает определенную тенденцию к понижению. При удалении 33% площади листьев получаем уже довольно значительное понижение веса зерна. Недобор, в сравнении с контролем, равен 23,4%. С дальнейшим увеличением степени обрезки потеря в весе зерна значительно увеличивается, достигая 60% при полном удалении листовых пластинок. При полном уничтожении рабочей площади листьев в несколько более раннюю стадию трубки (разница в 8—10 дней) потеря в весе зерна достигает еще более значительных размеров; она равна 81,6%.

Если вычислить понижение урожая в процентах от контроля на единицу удаленной листовой поверхности (т. е. на 1% обрезки), то мы получим коэффициенты вредоносности для каждого из слагаемых урожая.

Таблица 14
Коэффициенты вредоносности

С е р и и	С т е п е н ь о б р е з к и				
	25%	33%	50%	75%	100%
З е р н о					
I . . .	1,43	—	1,43	1,28	0,99
II . . .	1,55	1,19	1,00	0,96	0,82
III . . .	0,02	0,81	0,66	0,64	0,59

Серии	Степень обрезки				
	25%	33%	50%	75%	100%

Вегетативные части

I . . .	1,17	—	1,21	1,14	0,91
II . . .	1,21	1,30	0,85	0,70	0,66
III . . .	+0,20	0,03	0,23	0,43	0,45

В с е р а с т е н и е

I . . .	1,23	—	1,26	1,17	0,92
II . . .	1,27	1,28	0,88	0,74	0,69
III . . .	+0,14	0,20	0,31	0,47	0,48

Цифры эти иллюстрируют отмеченное выше влияние стадии и степени обрезки, выраженное в отвлеченных величинах. Так, напр., коэффициенты вредности для зерна у всех серий выше, чем для вегетативных частей; чем позже начиналась обрезка листьев, тем ниже коэффициент вредности.

Однако, при увеличении степени обрезки у всех серий вредоносность единицы удаленной площади уменьшается, при чем у II серии (зерно) эта зависимость значительно резче, чем у I.

Таблица 15
Абсолютный вес 1000 зерен

Серии	Контроль		25%		33%		50%		75%		100%	
	Абс. вес.	В %	Абс. вес	В %	Абс. вес	В %	Абс. вес	В %	Абс. вес	В %	Абс. вес	В %
I . .	26,10	100,0	22,90	87,8	—	—	18,40	70,5	—	—	—	—
II . .	27,70	100,0	21,80	78,8	21,00	75,9	21,00	75,9	20,97	75,6	19,90	71,70
III . .	32,86	100,0	27,81	84,7	28,40	86,5	23,50	71,5	22,40	68,3	21,60	65,8

Данные абсолютного веса 1000 зерен показывают, что с нарастанием степени повреждения, независимо от стадии оперирования, качество зерна неизменно ухудшается. Удаление 33% листовой площади в стадии трубки (II-ой серии) и 50% в стадии начала цветения дает уже довольно большое понижение качества зерна—около 25%.

Большое относительное падение веса 1000 зерен у III серии при обрезке в 50% и выше, сравнительно со II, объясняется большим

абсолютным весом зерна контрольных растений этой серии. Однако, цифры абсолютного веса зерна при всех степенях обрезки у этой серии все время выше, чем абсолютный вес зерна II серии.

Число зерен в одном колосе (табл. 16), указывая на выполненность колоса, обнаруживает в общем такую же зависимость от степени обрезки, как и абсолютный вес зерна (см. табл. 15).

Таблица 16
Число зерен в 1 колосе

С е р и и	Контроль		25%		33%		50%		75%		100%	
	Число зерен	В %	Число зерен	В %	Число зерен	В %	Число зерен	В %	Число зерен	В %	Число зерен	В %
I	16,8	100,0	14,8	88,1	—	—	11,4	67,7	—	—	—	—
II	19,8	100,0	17,9	90,4	16,2	81,8	15,7	79,4	15,7	79,4	12,5	63,1
III	22,4	100,0	21,9	97,8	19,0	84,9	18,3	81,9	19,0	84,9	17,5	78,2

Цифры эти также показали, что при повреждении части листовой поверхности, даже в таких поздних стадиях как фаза трубки и время цветения, падение урожая зерна происходит не только за счет уменьшения абсолютного веса зерна, но и в большой мере на счет недообразовавшихся в колосе зерен.

При полном удалении листовой поверхности доля участия плохой выполненности колоса в общем понижении урожая зерна весьма значительна; так, в стадии трубки число зерен в колосе уменьшилось на 36,9% в сравнении с контролем, в стадии цветения на 21,8%.

Для наших целей нахождения коэффициентов вредоносности различных степеней повреждения важно было установить не только количественное и качественное понижение урожая, но и очень важно было показать, доказано ли это понижение и для близких, трудно различимых степеней повреждения.

Все приведенные выше цифры общего веса растений являются средним сравнительно небольшого количества взвешиваний 4—5 (ибо, как было сказано, растения взвешивались по десяткам), и поэтому эти данные нельзя было подвергнуть биометрической обработке. Только зерно, наиболее ценную в хозяйственном отношении часть урожая, мы взвешивали очень дробно (отдельно зерно каждого колоса) для получения характеризующих каждое из наших средних (M) срединной ошибки (m), точности опыта (P) и (K) коэффициента достоверности, доказывающего разницу между двумя любыми средними величинами веса зерна ($\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m^2_1 + m^2_2}}$).

В таблице 17 сведены все полученные данные. Из цифр таблицы видно, что у I серии под влиянием повышающегося процента об-

Таблица 17

Данные биометрической обработки веса зерна

С т е п е н ь п о в р е ж д е н и я					
Контроль	25%	33%	50%	75%	100%
I с е р и я					
$M \pm m$ для зерна одного колоса	$0,44 \pm 0,019$	—	$0,21 \pm 0,008$	$0,065$	$0,04$
Коэф. достоверн. (K) колоса	$4,10$	—	$8,10$	—	—
Точность опыта в процентах (P)	$4,4\%$	—	$3,8\%$	—	—
Число колосьев на одно растение	$3,36$	—	$1,98$	$0,99$	$0,41$
$M \pm m$ для зерна одного растения	$1,49 \pm 0,063$	—	$0,42 \pm 0,016$	$0,06$	$0,016$
Коэф. достоверн. (K) растения	$7,05$	—	$11,90$	—	—
II с е р и я					
$M \pm m$ для зерна одного колоса	$0,55 \pm 0,028$	$0,34 \pm 0,016$	$0,33 \pm 0,013$	$0,33 \pm 0,018$	$0,25 \pm 0,016$
Коэф. достоверн. (K) колоса	$5,1\%$	$2,08$	$0,0$	$0,0$	$3,33$
Точность опыта в процентах (P)	$4,20$	$4,7\%$	$3,9\%$	$5,4\%$	$6,1\%$
Число колосьев на одно растение	$2,34 \pm 0,8$	$4,20$	$3,56$	$2,06$	$1,73$
$M \pm m$ для зерна одного растения	—	$1,42 \pm 0,067$	$1,15 \pm 0,046$	$0,67 \pm 0,037$	$0,43 \pm 0,028$
Коэф. достоверн. (K) растения	—	$0,0$	$3,27$	$8,30$	$5,06$
III с е р и я					
$M \pm m$ для зерна одного колоса	$0,74 \pm 0,032$	$0,54 \pm 0,024$	$0,43 \pm 0,014$	$0,43 \pm 0,019$	$0,38 \pm 0,020$
Коэф. достоверн. (K) колоса	$4,6\%$	$2,12$	$3,92$	$0,0$	$1,78$
Точность опыта в процентах	$3,95$	$4,4\%$	$3,3\%$	$4,4\%$	$5,2\%$
Число колосьев на одно растение	$2,91 \pm 0,134$	$4,17$	$4,69$	$3,58$	$3,14$
$M \pm m$ для зерна на одно растение	—	$2,23 \pm 0,10$	$2,01 \pm 0,061$	$1,52 \pm 0,068$	$1,18 \pm 0,063$
Коэф. достоверн. (K) растения	—	$3,83$	$1,88$	$5,38$	$3,66$

резки настолько сильно и количественно и качественно ¹ понижается урожай, что коэффициент достоверности для средних зерна (K колоса и K растения) у ближайших к контролю (а также соседних) степеней обрезки значительно превышает минимальное отношение $\frac{3}{1}$, доказывающее разницу. У II серии влияние степени обрезки на качество и количество зерна несколько сложнее. Не всегда количественное понижение урожая зерна сопровождается и качественным понижением и наоборот.

Так, напр., при удалении 33% листовой площади небольшое качественное понижение в сравнении с обрезкой 25% ($0,39 - 0,34 = 0,05$, K колоса = 2,08) практически доказывается (Филипповский, страница 76), а разница в весе зерна одного растения для этой стадии не доказана.

Качественное понижение урожая, не сопровождающееся количественным понижением, в данном случае может быть объяснено тем обстоятельством, что на определенной стадии развития и при некоторой предельной степени повреждения растения, очевидно, обладает еще способностью восстанавливать свое равновесие (2), компенсируя понижение веса зерна одного колоса большим числом колосьев на 1 растение. Так, напр., при обрезке 25% листовой площади число колосьев равно 3,7, а при 33% — 4,2.

При следующих степенях обрезки (50%, 75%) вес зерна одного колоса не меняется но по количественному ущербу, т. е. по весу зерна одного растения, все три степени (33%, 50% и 75%) хорошо различаются. Разница в весе зерна одного растения доказана. При обрезке 100% листовой площади получено и качественно и количественно доказуемое понижение веса зерна сравнительно с обрезкой на 75%.

При повреждении растений в стадии начала цветения (3 серия) близкие степени обрезки также различно влияют на качественное и количественное уменьшение урожая зерна. Так, обрезка 25% листовой площади сравнительно с контролем дает вполне доказанную разницу в весе зерна одного колоса, но количественное понижение урожая, т. е. разница в весе зерна на одно растение, благодаря большому числу колосьев на одно растение, не доказана.

Судя по количеству колосьев, можно предположить, что и здесь обрезка до определенной ступени повреждения стимулировала образование новых колосьев; действительно, мы получили такой ряд цифр:

Степень обрезки	Контроль	25%	33%	50%	75%	100%
Число колосьев на растение	3,95	4,54	4,17	4,69	3,58	3,14

Только удаление 75% площади начинает подавлять образование колосьев, и то незначительно.

Высказанное предположение о стимуляции обрезкой листьев образования новых колосьев не исключается, ибо по нашим наблюдениям (см. табл. 5) в момент начала цветения главного колоса, когда производилось оперирование, процесс выколашивания далеко еще не был закончен.

¹ Качественным понижением мы условно называем уменьшение веса зерна одного колоса, ибо это понижение складывается из абсолютного веса зерна (качества), главным образом, и выполненности колоса. Количественное же понижение складывается из веса зерна одного колоса (качественный ущерб), помноженного на число колосьев одного растения.

Недоказанность количественного понижения зерна при обрезке 25% площади листьев еще можно объяснить тем обстоятельством, что

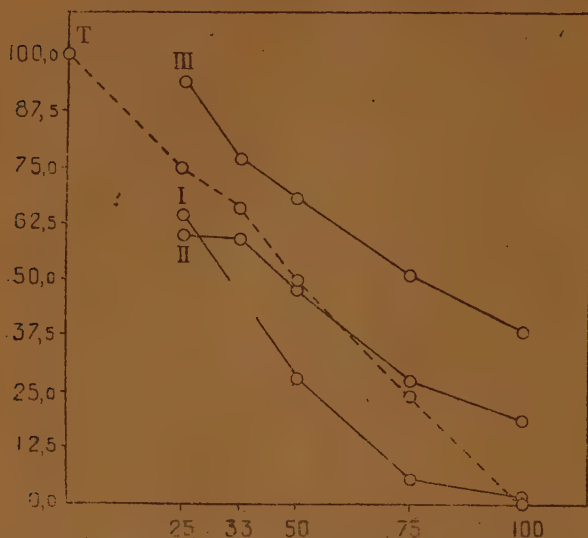


Рис. 1. Вес зерна при различных степенях обрезки. На оси абсцисс отложен процент удаленной площади листьев, на оси ординат относительный вес зерна в процентах от контроля. Т—теоретическая кривая падения веса зерна; I—первая серия; II—вторая серия; III—третья серия.

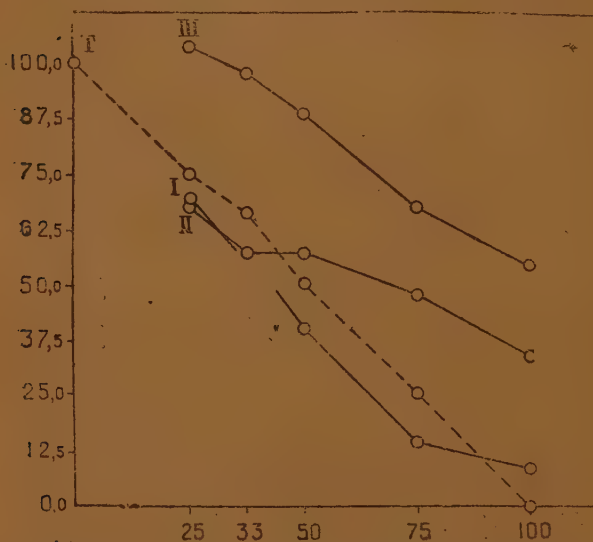


Рис. 2. Вес вегетативных частей растения при разных степенях обрезки. На оси абсцисс отложен % удаленной листовой площади, на оси ординат относительный вес вегетативных частей. Т—теоретическая кривая падения веса вегетативных частей; I—первая серия; II—вторая серия; III—третья серия.

контрольные растения дали более варирующий материал (точность опыта $P_{\text{контр.}} = 4,6\%$, а $P_{25\%} = 3,7\%$) и для того, чтобы уловить имеющуюся в этом случае разницу, надо было иметь большее число растений, ибо точность опыта $P = \frac{100m}{M}$ зависит от величины m , в свою очередь зависящую от числа вариантов — $m = \frac{\delta}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\delta^2}{(n+1)n}}$.

Обрезка 33% площади листьев сравнительно с обрезкой 25% дает вполне доказанное количественное понижение ($K_{\text{раст.}} = 3,83$) и практически доказанное качественное понижение урожая зерна ($K_{\text{колоса}} = 2,12$). Разница же по отношению к контролю, следовательно, и подавно доказывается.

Обрезка 50% площади довольно сильно понижает качество урожая ($K_{\text{колоса}} = 3,92$), но благодаря большому числу колосьев на одном растении количественное понижение не доказывается ($K_{\text{раст.}} = 1,88$).

Обрезка 75% и даже 100% листовой площади срав-

нительно с повреждением 50% площади на качественную сторону урожая повлияло меньше, чем в стадии 3-го листа или в стадии трубки, $M_{50\%} - M_{75\%}$

но количественное понижение вполне доказывается: $\sqrt{m_{50}^2 + m_{75}^2} = 5,38$, а K раст. для M_{75} и $M_{100} = 3,66$.

На прилагаемых диаграммах представлены изменения в весе зерна (рис. 1), вегетативных частей (рис. 2) и общего веса растений (рис. 3) у всех трех серий. Ход и направление кривых показывают, что обрезка листьев в различные стадии не дает понижения, прямо пропорционального проценту удаленной площади листьев. Каждая серия дает кривую, отличающуюся от кривой T (теоретической); следовательно, между величиной урожая и величиной действующей ассимилирующей поверхности должна существовать какая то более сложная математическая зависимость, чем прямая пропорция.

3. Влияние обрезки на продуктивность работы листьев.

Нами было поставлено также несколько ориентировочных опытов по исследованию энергии фотосинтеза у оперированных и контрольных растений. Нас интересовал вопрос — изменяется ли энергия ассимиляции при различной степени обрезки листьев и имеет ли место явление компенсации, т. е. не усиливается ли ассимиляционная деятельность у остающейся после обрезки части листовой пластинки. Для этой цели у I серии были проанализированы листья контрольных растений и листья оперированных на 25%, 50% и 75%. Одновременно были поставлены опыты с влагищами у тех же растений.

Опыты проведены эвдиометрическим методом на отрезках листьев и влагищах. Время экспозиции равнялось 20 минутам при температуре в 28°—29° С. Растения помещались на расстоянии 30 см. от лампы (300 свечей). Анализ газа производился на приборе Боннье и Манжен.

Были получены следующие результаты.

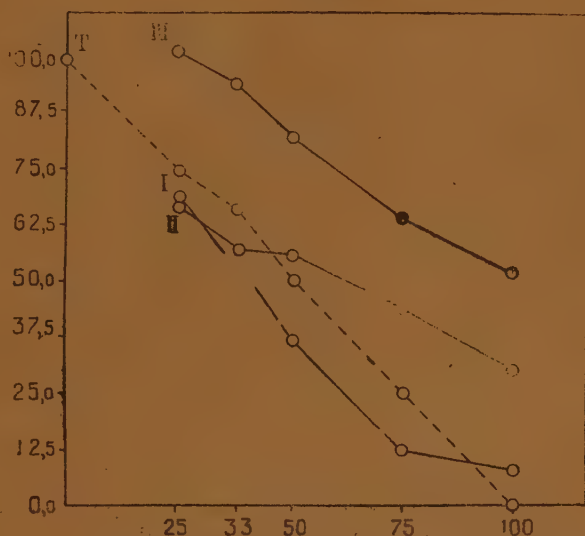


Рис. 3. Общий вес растений. На оси абсцисс отложен % удаленной листовой площади, на оси ординат общий вес растений в процентах от контроля. T —теоретическая кривая падения общего веса растений; I—первая серия—обрезка в стадии третьего листа; II—вторая серия—обрезка в стадии трубки; III—третья серия—обрезка в стадии цветения.

Таблица 18

Поглощено CO_2 за 1 час на 10 см. площади листа у растений
I серии

Д а т а	Контроль	25%	50%	75%	100%
В л а г а л и щ а					
1/VIII . .	0,544	0,556	0,584	0,490	0,696
5/VIII . .	0,400	0,488	0,420	0,404	0,624
Л и с т ь я					
5/VIII . .	0,534	0,420	1,040	—	—
8/VIII . .	0,610	0,630	0,996	—	—
11/VIII . .	0,360	0,576	0,720	0,750	—

Данные эти показывают, что при удалении 50% и более листовой площади оставшаяся часть пластинки листа ассимилирует сильнее, чем листья контрольных растений. Влагалища же, являясь значительно менее специализированным для фотосинтеза органом, менее отзываются на увеличение степени обрезки листьев. Только полное удаление листовых пластинок повысило энергию ассимиляции влагалищ. Возможно, поэтому, что благодаря усилению энергии фотосинтеза остающихся частей пластинок листьев и влагалищ у оперированных растений при высоких степенях обрезки мы получаем падение урожая, не прямо пропорциональное проценту удаленной ассимилирующей поверхности листьев.

Костычев (5), изучая влияние поранения листа на энергию фотосинтеза, пришел к выводу, что поранение не оказывает никакого действия на исследуемый процесс. Следует, однако, принять во внимание, что примененный автором способ повреждения (многочисленные проколы листа иглой) лишал возможности учесть потерю рабочей площади, а это могло внести значительные изменения в полученные результаты при пересчете энергии фотосинтеза на единицу площади.

Сопоставим данные непосредственного газометрического измерения работоспособности листьев с данными производительности синтетической работы листа. Последние получены путем деления общего воздушно-сухого веса растения на рабочую площадь листьев ¹.

¹ Для I серии рабочей площадью мы считали площадь оставшихся листьев. В этом случае коэффициент продуктивности получен путем деления общего веса растения минус вес отрезанных листьев на общую площадь листьев минус площадь отрезанных. Для II и III серии рабочая площадь ближе к данным общей площади листьев, ибо построение сухого вещества всего растения шло, главным образом, до момента обрезки. Вычитание отрезанных частей мы поэтому считаем неправильным, ибо в противном случае получаются преувеличенные значения для работоспособности оставшихся листьев. Так, напр., при обрезке

25% 33% 50% 75%
II с. 2,59 — 2,39 — 2,92 — 4,24
III с. 3,08 — 3,86 — 3,87 — 4,65

Для степени в 75%, где оставшаяся после обрезки площадь очень мала, цифровое значение работоспособности в этом случае было бы сильно преувеличено. Следовательно, для II и III серий рабочей площадью мы считали общую площадь листьев.

Таблица 19

Продуктивность единицы площади листьев
(количество воздушно-сухого вещества в г.
на 1 кв. дм.)

Серии	Контроль	Процент обрезки			
		25%	33%	50%	75%
I . . .	2,29	2,43	—	2,52	4,03
II . . .	2,19	1,97	2,00	2,04	2,09
III . . .	2,25	2,60	2,67	2,46	2,20

Следует оговориться, что вычисление продуктивности листьев путем простого деления веса растений на площадь листьев величина условная. По существу такое вычисление не совсем правильно, но все же этот коэффициент $\frac{\text{общая масса растений}}{\text{рабочая площадь листьев}}$ приближенно характеризует и энергию работы листьев.

Приведенные цифры показывают, что у I серии, где во все время роста производилось систематическое повреждение вновь нарастающих листьев, производительность работы листа значительно увеличивается по мере нарастания процента обрезки. Так, напр., при обрезке 50% и 75% листовой поверхности мы получили для сухого вещества растения на единицу площади листьев, в процентах от контроля, 110% и 174,5%.

Следовательно, и на основании данных продукции сухого вещества у этой серии можно заключить, что работоспособность листьев под влиянием оперирования сильно увеличивается, но не настолько, чтобы полностью воссоздать нормальное количество органической массы.

Следует также принять во внимание, что под влиянием поранения, вызывающего усиление дыхания, имело место повышенное сжигание органического вещества; следовательно, цифры фактической работоспособности листьев должны были быть значительно выше, что и показали данные газометрического анализа (см. таб. 18).

У II серии продуктивность единицы площади листа является почти постоянной величиной. У III серии производительность работы листа несколько повышается под влиянием обрезки.

II. Влияние возраста листьев.

Удаляя листья различных ярусов, можно было выяснить значение их, главным образом, для образования зерна. Полученные нами данные в этом отношении очень показательны.

Как видно из цифр таблицы 20, урожай зерна оказался наиболее чувствительным к удалению двух наиболее молодых листьев верхнего яруса в стадии трубки. Недобор зерна при этой операции равен 39,1%. Обрезка листьев среднего и нижнего ярусов или одного только сред-

Стадия обрезки	С т а д и я					
	Контроль		Средний ярус		Ср.+нижний ярус	
	В абс. цифр.	В %	В абс. цифр.	В %	В абс. цифр.	В %
Общий вес растения	14,82	100,0	11,72	78,1	11,28	76,0
Вес зерна	3,48	100,0	2,66	76,4	2,26	65,0
1000 зерен	26,20	100,0	24,20	92,4	23,70	90,4
Число зерен в колосе	27,00	100,0	23,40	86,6	21,80	80,7

него яруса оказывает меньшее влияние на вес зерна. Причина, видимо, заключается в том, что листья этих ярусов принимают меньшее участие в накоплении и транспорте ассимилятов в колосе.

Качество зерна при этом, как показывают цифры веса 1000 зерен и число зерен в колосе, тоже весьма заметно понижается. Так, напр., при удалении листьев среднего яруса вес зерен в сравнении с контролем уменьшается только на 7,4%, но это понижение вполне доказано данными биометрической обработки веса зерна одного колоса (см. ниже табл. 21, $K \text{ кол.} = 3,11$). При удалении листьев верхнего яруса качественное понижение зерна достигает максимума (на 20,2%).

Удаление листьев верхнего яруса в стадии цветения значительно меньше влияет на количественную и качественную сторону урожая, чем удаление листьев того же яруса в стадии трубки. Так, напр., ко-

Таблица 21
Биометрические

Время обрезки	С т а д и я	
Я р у с ы	Контроль	Средний ярус
$M \pm t$ для зерна одного колоса	$0,71 \pm 0,034$	$0,57 \pm 0,029$
Коэф. достоверн. K колоса	—	3,11
Точность опыта P в %	4,8%	5,1%
Число колосьев на 1 растение	4,90	4,67
$M \pm t$ для зерна одного растения	$3,48 \pm 0,166$	$2,66 \pm 0,135$
Коэффиц. достоверн. K растения	—	3,83

¹ Первые цифры относятся к коэффиц. достоверности разницы между контролем и данн

ение, абсолютный вес и число зерен в колосе

Т р у б к и		Н а ч а л о ц в е т е н и я					
Верхний ярус		К о н т р о л ь		Верхний ярус		Верхн.+средн. ярус	
В абс. цифр.	В %	В абс. цифр.	В %	В абс. цифр.	В %	В абс. цифр.	В %
10,40	70,2	11,82	100,0	8,10	68,6	7,06	59,9
2,12	60,9	3,39	100,0	2,45	72,3	1,92	56,7
20,9	79,8	25,70	100,0	22,70	88,4	20,70	80,5
20,8	77,0	20,60	100,0	19,50	94,6	19,80	96,1

личественно урожай зерна понизился на 27,7%, а качественно только на 11,6%, в то время как в стадии трубки количественное понижение равно 39,1%, а качественное 20,2%.

Удаление листьев верхнего плюс листья среднего ярусов еще больше увеличивает потерю зерна (качественно и количественно), несмотря на то, что ко времени обрезки оба листа среднего яруса начинали желтеть и деятельность их была уже значительно ослабленной.

Данные биометрической обработки веса зерна (см. таб. 21) показывают, что при удалении листьев любого из взятых ярусов, как количественное, так и качественное понижение по отношению к контролю вполне доказано. Коэффициент достоверности почти во всех случаях значительно больше трех.

Что же касается разницы в весе зерна между соседними ярусами, то не всегда она является реальной величиной.

обработка зерна

Т р у б к и		Н а ч а л о ц в е т е н и я		
Средн.+нижний ярус	Верхний ярус	Контроль	Верхний ярус	Верхн.+средн. ярус
0,52 ± 0,019	0,44 ± 0,016	0,53 ± 0,030	0,44 ± 0,019	0,41 ± 0,025=19
4,75 ¹ 1,47	6,14 ¹ 3,08	—	2,5	3,08 ¹ 1,00
3,6%	3,6%	5,6%	4,3%	6,1%
4,40	4,83	6,45	5,63	4,70
2,26 ± 0,083	2,12 ± 0,077	3,39 ± 0,193	2,45 ± 0,107	1,92 ± 0,117
6,56 ¹ 2,53	3,48 ¹ 1,24	—	4,27	6,54 ¹ 3,42

ярусом, вторые относятся к коэф. достоверности разницы между ближайшими степенями обрезки.

III. Влияние густоты посева.

Изложенные выше данные относятся к слишком редкому посеву, который способствовал повышенному кущению и более сильному развитию растений.

Вторая густота посева (8—10 ст. в ряду) испытывалась только для первых двух серий (стадия 3-го листа и стадия трубки).

Нормальный для условий Ленинграда посев на наступление и течение различных фаз при разных степенях обрезки особого влияния не оказал. Действие степени обрезки на урожай растений в основном то же, что и при более редком посеве. Однако, следует отметить, что у I й серии при густом посеве, с нарастанием степени повреждения листьев, падение общего урожая растений, особенно веса зерна, значительно менее резкое, чем при редком. Для иллюстрации приводим данные урожая (в процентах от контроля).

Таблица 22

Вес растения и вес зерна у I серии

Густота посева	Общий вес растения в % от контроля			Вес зерна в % от контроля		
	25%	75%	100%	25%	75%	100%
Густой посев . . .	83,3	41,2	17,3	69,5	18,9	1,1
Редкий посев . . .	69,3	12,3	7,6	64,4	4,6	10,3

Нужно здесь же оговориться, что к цифрам этой серии следует относиться несколько осторожней, ибо растения густого посева выращивались на участке, где почва была значительно хуже, и поэтому на этих грядках был внесен навоз. Возможно поэтому, что не только густой посев, но и удобрение усилило способность растения противостоять нанесенному повреждению.

У II серии, как показывают приводимые ниже цифры общего веса растений в процентах от контроля, картина несколько иная.

Таблица 23

Вес растений у II серии

Густота посева	25%	33%	50%	75%	100%
Густой посев .	57,5	47,7	41,6	39,0	28,6
Редкий посев .	68,2	57,6	56,1	44,2	30,7

Почти у всех степеней обрезки при густом посеве общий вес растений падает сильнее, чем при редком, но распределение сухого вещества по органам резко отличное (см. табл. 24).

Таблица 24

Вес листьев, зерна и всего растения в граммах

Части растения	Контроль		25%		33%		50%		75%		100%	
	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев
Листья	1,67	2,35	1,10	1,77	0,91	1,47	0,87	1,40	0,86	1,08	0,78	0,94
Зерно	3,67	2,34	2,04	1,43	1,82	1,42	1,35	1,16	1,31	0,67	0,82	0,43
Все растения . .	13,16	13,51	7,56	9,21	6,27	7,80	5,46	7,58	5,13	5,97	3,76	4,15

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что, несмотря на меньшую рабочую площадь листьев и меньший абсолютный вес всего растения, урожай зерна при густом посеве как у контроля, так и при всех степенях обрезки значительно выше, чем при редком посеве.

Это явление также хорошо иллюстрируется распределением зерна и вегетативных частей у одного растения. Приводимые ниже величины получены делением веса вегетативных частей на вес зерна.

Таблица 25

Отношение зерна к соломе (зерно принято за единицу)

Густота посева	Контроль	25%	33%	50%	75%	100%
----------------	----------	-----	-----	-----	-----	------

И с е р и я

Густой посев	1:3,9	1:4,5	—	—	1:9,1	1:6,8
Редкий посев	1:3,7	1:4,1	—	1:5,2	1:13,3	1:32,0

П с е р и я

Густой посев	1:2,6	1:2,7	1:2,4	1:3,0	1:2,9	1:3,6
Редкий посев	1:4,7	1:5,4	1:4,6	1:5,5	1:7,9	1:8,6

Ш с е р и я

Редкий посев	1:4,5	1:5,0	1:5,8	1:5,7	1:5,9	1:6,1
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Как видно из приведенных цифр, обрезка на 25%, 33% и 50% листовой площади, без сомнения, уменьшает относительный вес зерна как при редком, так и при более густом посеве, но это уменьшение в общем не очень значительно и оно сохраняется у III серии (редкий посев) также и при более высоких степенях обрезки. У растений же II и особенно I серии при редком посеве удаление 75% и 100% листовой площади весьма резко понижает относительный вес зерна. При более густом посеве это понижение значительно слабей, при этом у II серии отношение $\frac{\text{зерно}}{\text{солома}}$ резко отличается от соотношения этих частей при редком посеве. При всех степенях обрезки, а также у контрольных растений на единицу зерна приходится значительно меньше вегетативных частей, чем при редком посеве, при этом амплитуда колебаний этого соотношения очень невелика.

Данные сухого вещества на единицу площади листьев также показывают, что при густом посеве рациональней строится растение; так, работоспособность листьев у I и у II серии значительно выше, чем при редком посеве. Для сравнения приводим здесь же и данные для редкого посева.

Таблица 26

Продуктивность единицы площади листьев (количество воздушно-сух. вещества в г. на 1 кв. дм.)

С е р и и	Контроль		25%		33%		50%		75%	
	Густ. пос.	Редк. пос.	Густ. пос.	Редк. пос.	Густ. пос.	Редк. пос.	Густ. пос.	Редк. пос.	Густ. пос.	Редк. пос.
I	2,98	2,29	3,56	2,43	—	—	—	2,52	4,84	4,03
II	2,97	2,19	2,58	1,97	2,62	2,00	2,37	2,04	2,27	2,09

При различных степенях обрезки качество зерна мало меняется в зависимости от густоты посева.

Таблица 27

Абсолютный вес 1000 зерен и число зерен в колосе

Серии	Контроль		25%		33%		50%		75%		100%	
	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев	Густой посев	Редкий посев

Абсолютный вес 1000 зерен

I . .	23,8	26,1	21,8	22,9	—	—	—	18,4	17,1	15,8	16,4	13,1
II . .	26,3	27,7	24,7	21,8	24,7	21,0	20,9	21,0	21,8	21,0	18,8	19,9

Число зерен в колосе

I . .	21,3	16,8	20,6	14,8	—	—	—	11,4	16,6	—	13,3	—
II . .	23,0	19,8	18,2	17,9	18,2	16,2	17,7	15,7	17,0	15,7	16,5	12,5

Приведенные цифры показывают, что при густом посеве у I серии абсолютный вес зерна несколько ниже у контрольных растений и при обрезке 25% листьев, чем при редком. Это легко объясняется более поздним посевом растений этой серии (на 12 дней позже). У II серии при удалении 25% и 33% площади листьев абсолютный вес зерна при густом посеве выше. Выполненность же колоса, т. е. число зерен в колосе у обеих серий и при всех степенях обрезки при густом посеве больше, чем при редком.

Биометрическая обработка веса зерна при различной степени обрезки растений для густого посева ничего принципиально нового не вносит. Ниже приводим полученные данные.

Можно только отметить, что у II серии в этом случае точность опыта большая, чем при редком посеве, благодаря большому количеству опытных растений (исключение составляет обрезка 75% и 100% листьев, где часть растений были повреждены и для обработки взяты только колосья 20 растений).

Таким образом, приведенные нами данные опытов показывают, что при помощи обрезки листьев, проведенной на различных растениях и различных сортах, мы сможем получить средние числовые коэффициенты понижения различных составных частей урожая. Примененный нами метод повреждения только приближается к тому, что наблюдается в природе при повреждении растения болезнями, но все же это дает возможность ориентировочного количественного учета вреда при различных степенях повреждения. Мы видим, что и близкие степени повреждения, взятые нами, на всех стадиях хорошо различимы по действию, которое они оказывают на все слагаемые урожая.

Выводы.

Полученные результаты можно кратко формулировать следующим образом.

1. Повреждение 25% листовой площади в стадии 3-го листа (I серия), подавляя общее развитие (уменьшение энергии кущения, прироста растений в высоту), заметно понижает урожай яровой пшеницы. При этом вес зерна падает значительно резче, чем вес вегетативных частей. При дальнейшем увеличении процента удаленной площади наблюдается параллельное ему уменьшение всех составных частей урожая растений.

2. Повреждение 25% и 33% рабочей площади листьев в более позднюю стадию трубки (II серия) также значительно понижает урожай пшеницы, но при нарастании степени обрезки здесь наблюдается более медленное падение урожая, чем у I серии. И в этом случае вес зерна падает быстрее, чем вес вегетативных частей. Различная степень обрезки в этой стадии также сказывается на энергии кущения и приросте растений в высоту.

3. Удаление 25% листовой площади в стадии начала цветения (III серия) не влияет на общую продукцию органической массы, но сказывается на продукции зерна, особенно на качественной стороне ее. (Качественное понижение сравнительно с контролем вполне доказывается данными биометрической обработки).

4. При высоких степенях повреждения в той же стадии начала цветения потеря в весе зерна и общей массе растения довольно боль-

Таблица 28

Биометрическая обработка веса зерна при густом посеве

	Контроль	25%	33%	50%	75%	100%
I серия						
$M \pm m$ для зерна одного колоса	$0,47 \pm 0,019$	$0,43 \pm 0,022$	—	—	$0,29 \pm 0,019$	$0,22 \pm 0,029$
Коэф. достоверн. K колоса	—	1,30	—	—	4,67	2,10
Точность опыта P в %	4,0	5,1	—	—	6,5	13,1
Число колосьев на одно растение	3,73	2,83	—	—	1,17	0,82
$M \pm m$ для зерна одного растения	$1,74 \pm 0,071$	$1,21 \pm 0,062$	—	—	$0,33 \pm 0,022$	$0,18 \pm 0,024$
Коэф. достоверн. K растения	—	5,64	—	—	13,34	4,54
II серия						
$M \pm m$ для зерна одного колоса	$0,60 \pm 0,024$	$0,45 \pm 0,016$	$0,46 \pm 0,016$	$0,37 \pm 0,012$	$0,37 \pm 0,024$	$0,30 \pm 0,024$
Коэф. достоверн. K колоса	—	5,00	0,0	4,50	0,0	2,10
Точность опыта P в %	4,0	3,6	3,5	9,2	6,5	8,0
Число колосьев на одно растение	6,10	4,60	3,90	3,62	3,60	2,16
$M \pm m$ для зерна одного растения	$3,67 \pm 0,146$	$2,04 \pm 0,057$	$1,82 \pm 0,056$	$1,35 \pm 0,039$	$1,31 \pm 0,086$	$0,82 \pm 0,052$
Коэф. достоверн. K растения	—	4,0	2,8	6,9	0,0	4,9

шая. Так, напр., при повреждении 75% и 100% листовой площади недобор зерна в сравнении с контролем равен 47,8% и 59,4%.

5. Обрезка значительно меньше влияет на качественную, чем на количественную сторону продукции зерна. Однако, с нарастанием степени повреждения, независимо от стадии оперирования, абсолютный вес 1000 зерен неизменно падает.

6. Работоспособность листьев, как показали данные вычисления продуктивности единицы площади листьев (количество сухого вещества на 1 кв. дм.) и непосредственное газометрическое измерение энергии фотосинтеза, сильно увеличивается под влиянием оперирования, не настолько однако, чтобы полностью воссоздать нормальное количество органической массы.

7. Таким образом функциональная энергия листа, в обычных условиях, не используется в полной мере растением.

8. Два листа верхнего яруса имеют очень большое значение для образования зерна. Удаление этих листьев в стадии трубки дает количественное понижение урожая, равное 39,1%, а качественное = 20,2%. Удаление тех же листьев в стадии начала цветения меньше влияет на продукцию зерна. В этом случае получены соответственно следующие цифры: 27,7% для количественного падения веса зерна и 11,6% для качественного.

9. Удаление двух листьев среднего яруса в стадии трубки также дает доказанное биометрической обработкой понижение качества и количества зерна.

10. При густом посеве соотношения между степенью обрезки и падением урожая пшеницы в основном те же, что и при редком. Но распределение сухого вещества по органам иное. Так, при меньшем абсолютном весе всего растения, сравнительно с растениями редкого посева, и меньшей рабочей площади листьев на одно растение, вес зерна у контроля и при всех степенях обрезки значительно выше.

11. Продуктивность листьев, т. е. количество сухого вещества на единицу площади при густом посеве также значительно выше, чем при редком.

SUMMARY.

The author has studied the effect of the extent of mechanical lesion of leaves at various stages of development and in sowings of different density upon the yield of spring *wheat*. 25%, 33%, 50%, 75% and 100% leaf area has been removed. The operations have been performed along the leaf blade. The effect of removing leaves from various strata at different stages of development has also been investigated.

The results obtained may be briefly formulated as follows:

1) Lesion of leaf area amounting to 25% at the stage of three leaves (series I) causing a depression of development in general (decrease of energy in tufting in growth) markedly reduces the yield of spring wheat.

Besides that, the weight of grain decreases much more strikingly than the weight of the vegetative parts. When the percentage of area removed is further increased there has been observed a parallel reduction of all the components of the yield of the plants.

2) Leaf area injured up to 25% and 33% at a later stage (tubing, series II) also considerably reduces the yield of *wheat*, but in the process of increasing the size of recisions there has been observed a reduction of yield somewhat slower than in series I. In this instance too the weight of grain decreases more rapidly than that of the vegetative parts.

At this stage a difference in the size of recisions also tells on the energy of tufting and growth of the plants.

3) The removal of 25% leaf area at the initial stage of flowering (series III) does not affect the total production of organic mass, but influences the production of grain from the standpoint of its quality in particular (the decrease in quality in comparison to check has been conclusively proved by data resulting from the application of the biometrical method).

4) When at the same initial stage of flowering the extent of lesion reaches the larger percentages, the reduction of grain and of the total plant mass in weight is rather considerable. Thus, for instance, after injuring the leaf area 75% and 100% the deficiency of grain in comparison to check amounts to 47,8% and 59,4%.

5) Recision affects the quality a great deal less than the quantitative production of grain. In proportion to the increase of lesion in extent, however, the absolute weight of 1000 grains invariably falls, independently of the stage of operation.

6) The efficiency of leaves, as it has been shown by the counts of the productivity of a unit of leaf area (amount of dry stuff to a decimeter), as well as by a direct gasometric measurement of the energy of photosynthesis, increases under the effect of operation, but not so much as to reproduce the normal quantity of organic mass in full.

7) Thus, under ordinary conditions, the functional energy of a leaf is not fully made use of by the plant.

8) Two leaves of the upper stratum are of very considerable importance for grain formation. The removal of these leaves at the stage of tubing causes a quantitative reduction of yield amounting to 39,1% and a qualitative — of 21,2%. The removal of the same leaves at the initial stage of flowering does not affect grain formation as much. In this instance the figures obtained are respectively as follows: 37,7% — for the quantitative reduction of grain in weight and 11,6% — for its qualitative decrease.

9) The removal of two leaves from the middle stratum at the tubing stage also causes a reduction in quantity and quality of grain, as it has been proved by applying the biometrical method.

10) The relation between the size of recision and the reduction of the yield of wheat has remained fundamentally the same when sowing it both densely and sparsely. But the distribution of dry stuff among the organs proves to be different. Thus, the weight of grain in check plants and under every percentage of recision has been much greater, the absolute weight of a plant and the effective area of a leaf proving to be less than in plants sparsely sown.

11) In densely sown plants the efficiency of their leaves, i. e. the quantity of dry stuff produced to a unit of area, is also much greater than in plants sown sparsely.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Aderhold, B. 1905. Über den durch teilweise Zerstörung des Blattwerkes der Pflanze zugefügten Schaden. *Prak Blätf. Pflanzenbau u. Pflanzensch.* 13.
2. Dungan, G. 1930. Relation of blade injury to the yielding ability of corn plants. *Journ. Amer. Soc. Agr.*, 22:164.
3. Друзенко, Е. Г., Любименко, В. Н. и Серебрянская, В. Н. 1929. О значении листовых влагалищ, как ассимилирующих органов в процессе фотосинтеза и накопления сухого вещества. *Тр. ЦИНС'а*, 2:324; статья полностью напечатана в *Тр. Укр. Инст. Пр. Бот.* 1930:98.
4. Hume, A. and Franzke, C. The effect of certain injuries to leaves of corn plants upon weights of grain produced. *Journ. Amer. Soc. Agr.*, 21:1156.
5. Костычев, С. П. 1921. Studien über Photosynthese. II. Wirkt Wundreiz stimulierend auf die Kohlensäureassimilation am Lichte. *Ber. d.d. Bot. ges.*:328.
6. Любименко, В. Н. 1921. К вопросу о функциональной энергии листа в фотосинтезе. *Изв. Научн. Инст. им. Лесгафта*, 4:175.
7. Любименко, В. Н. и Петелина, А. М. 1922. Еще к вопросу о функциональной энергии листа в фотосинтезе. *Изв. Гл. Бот. Сада*, 21 (2):73.
8. Schlumberger, O. 1913. Untersuchungen über den Einfluss von Blattverlust und Blattverletzungen auf die Ausbildung der Ähren und Körner beim Roggen. *Arb. a. d. Kaiser Biolog. Anst. f. Land. u. Forstwirtsch.* 8:515.
9. Филипповский, А. К. 1926. Сільсько-Господарська Досвідна Справа.
10. Орловский, М. 1924. Вплив штучного зменшення ассимиляційної поверхні на врожай і якість зерна у різних сортів озимої пшениці. *Вісн. С.-Г. Науки*, 4:1—7.

В. Шевченко.

Опыты по изучению влияния искусственного уменьшения
ассимиляционной поверхности листьев у хлебов на обра-
зование урожая¹.

V. Shevtchenko.

An experimental study of the influence of the artificial decrease of
the assimilating area of leaves on the amount of harvest.

Возникновение и задачи опытов.

Изучение вредоносности ржавчины у озимой пшеницы на селек-
ционном материале привело нас к установлению известных зависи-
мостей (корреляций) между поражением бурой ржавчиной *Puccinia*
tritricina и некоторыми количественными признаками у пшеницы.

Так, выявилось, что поражение ржавчиной *Puccinia tritricina* свя-
зано обратной зависимостью с весом колоса, абсолютным весом зер-
ен и числом зерен в колосе. Эта зависимость выражалась у нас
определенным сравнительно небольшим, но вполне достоверным коэф-
фициентом корреляции.

На основании полученных коэффициентов корреляции мы подо-
шли к определению коэффициента вредоносности ржавчины (коэф-
фициент регрессии), которым устанавливалось определенное соотно-
шение между степенью поражения ржавчиной, выраженной в баллах,
и снижением тех количественных признаков, которые нас интересо-
вали. Оказалось, что увеличение поражения ржавчиной на один балл
(по 4-балльной шкале) влечет за собой следующее снижение абсолют-
ного веса 1000 зерен по различным годам: 4,66% (1925 г.), 4,45%
(1926 г.), 5,59% (1927 г.). Подобная картина получена и для веса ко-
лоса, поскольку вес колоса зависит от абсолютного веса зерен.

Так как вредоносность *Puccinia tritricina* обуславливается почти
исключительно поражением листьев у растений, то в связи с полу-
ченными статистическим путем коэффициентами вредоносности бурой
листовой ржавчины естественно возникал ряд вопросов: насколько
полученные коэффициенты выражают истинную вредоносность ржав-
чины, какое вообще значение имеет поражение листьев при различ-
ных фазах развития растений для урожая семян и целого растения
и др.?

Эти вопросы можно было бы разрешить путем изучения раз-
лично пораженных ржавчиной растений на различных стадиях разви-

¹ Из работ Фитопатологической Секции Белоцерковской Селекционной Станции.

тия их. Но в естественных условиях ржавчина развивается равномерно на всех растениях в посеве и нельзя в сравнимых условиях найти растения с резкими различиями в поражении. Создание же искусственных условий поражения, не нарушая условий сравнительности для урожая, сопряжено с установкой трудно осуществимых в техническом отношении опытов. Поэтому для освещения возникших у нас вопросов, в связи с изучением вредоносности листовой ржавчины, нами были заложены опыты с искусственным уменьшением листовой поверхности у пшеницы путем подрезки листьев; причем мы считали, что хотя таким путем и нельзя создать идентичных условий с поражением ржавчиной, но известная аналогия может быть создана, и во всяком случае данные таких опытов могли бы дать известные основания к вопросу о вредоносности листовых форм ржавчины.

Методика.

Опыты велись как в полевых условиях, так и вегетационным методом. При выработке схемы опыта мы стремились к тому, чтобы искусственное уменьшение листьев у растений в общем соответствовало ходу отмирания листьев под влиянием поражения ржавчиной в наших условиях.

Развитие листовой ржавчины, а также отмирание листьев под влиянием ее поражения у нас начинается с нижнего яруса листьев у растений, и по мере развития растений ржавчина поднимается вверх по ярусам, достигая, наконец, верхнего листа.

Кроме того, вырабатывая схемы опытов, мы вначале считались с тем, что значительное развитие ржавчины приурочено обыкновенно к поздним стадиям развития растений, а именно к моменту цветения хлебов.

Исходя из вышеизложенного, мы в 1927 и 1928 г.г. производили опыты по следующей схеме:

1. Контрольные растения, листья не подрезываются.
2. У растений подрезываются полностью все листья.
3. " " " " нижние листья кроме 1-го верхнего
4. " " " " " " " " 2-х верхних
5. " " " " " " " " 3-х
6. " " " " " " " " 4-х

Как видно из схемы, подрезка листьев начиналась после выбрасывания колоса или метелки, когда уже определялся верхний лист.

В этот момент прикорневые листья у растений естественно отмерли, и потому подрезка начиналась с 4-го или 5-го листа, считая порядок от колоса. При таком способе подрезки листьев мы не стремились и не могли учесть площади отрезаемой ассимиляционной поверхности, так как листья различных ярусов различны по величине. Кроме того, значение ассимиляционной площади различных ярусов различно, и поэтому нельзя вполне учесть обрезки различных площадей ассимиляционной поверхности. Но в то же время эта схема имеет те преимущества, что она создает аналогию, близкую к поражению ржавчиной.

В 1929 и 1930 г.г. мы производили опыты в основном по схеме, разработанной академиком В. Н. Любименко, изложенной в его инструкции к постановке опытов по изучению значения уменьшения

ассимиляционной поверхности у хлебов в различных географических пунктах. Здесь также у растений отрезалась на различных стадиях развития их различная площадь листовой поверхности, при этом были взяты для обработки растения и в более ранних стадиях развития, а именно—в период кущения и выхода в трубку.

Различная степень подрезки листьев здесь достигалась тем, что от каждого листа отщеплялась вдоль известная часть его: 0,25, 0,5, 0,75. Строение листа злаков, имеющих параллельное жилкование, позволяет при расщеплении вдоль жилок делать это довольно легко. Такой способ отщепления известной части поверхности всех листьев, а не по ярусам, дает возможность довольно точно отделить требуемую часть ассимиляционной поверхности листьев, сохраняя условия сравнимости для различных градаций отщепления.

Хотя данный способ подрезки листьев и не стремится к созданию условий, аналогичных поражению ржавчиной растений, но он является более точным для разрешения вопроса о значении уменьшения ассимиляционной поверхности листьев при образовании урожая. Опыты велись как в полевых условиях, так и в вегетационном домике.

Для проведения опытов мы, во-первых, выбрали наиболее иммунные сорта озимой пшеницы к ржавчине: *Puccinia triticina* № 11 Весело-Подольской Станции, *velutinum* и 040 *velutinum* Белоцерковской Селекционной Станции. Для опытов с овсом был взят также иммунный сорт к поражению ржавчиной *Pis. coronifera* 053 *Aurea* Верхнячской Селекционной Станции.

При проведении опытов в полевых условиях посев каждого номера схемы производился на небольших, в 1,5 метра делянках с расстоянием между рядками 20 см и в рядах между растениями 5 см. Опыт ставился в 4-х повторениях.

Опыты в вегетационном домике были заложены в сосудах.

Для каждого номера схемы имелось 3—4 сосуда, в каждом сосуде по 7 растений.

При анализе опытов особое внимание мы обращали на изучение влияния уменьшения ассимиляционной поверхности на признаки растения, определяющие урожай зерна (вес колоса или метелки, абсолютный вес зерен, число зерен, пленчатость, щуплость зерен).

Результаты опытов.

Опыты с озимой пшеницей.

Проведение опытов с озимой пшеницей сопряжено с затруднениями в виду гибели растений и целых делянок как в сосудах, так и на поле при перезимовке, что у нас не раз срывало доведение заложённых опытов до конца. Так, подверглись выпреванию в зиму 1927—28 г. опыты, заложенные нами в 1927 г. на двух сортах озимой пшеницы. Неудачно перезимовала пшеница в сосудах вегетационного опыта в зиму 1928—29 г. Хорошо перезимовали и доведены до конца опыты с озимой пшеницей 1926—27 года, а также 1929—30 года, данные которых и приводятся ниже.

В опыте 1927 года подрезка листьев начата в период цветения. Поздний срок начала подрезки листьев объясняется, как уже отмеча-

лось выше, стремлением приурочить подрезку листьев к естественным срокам развития ржавчины в наших условиях.

После уборки произведен анализ растений, при котором определены вес колоса, вес зерен в колосе, число зерен в колосе и вычислен абсолютный вес зерна.

Данные опыта представлены на таблице 1, где приведены как абсолютные величины признаков, так и в процентах от контрольных растений—неподвергшихся подрезке.

Данные опыта показывают, что удаление всей листовой поверхности в период цветения несколько понизило вес зерен одного колоса, а также повлияло на качество зерна, уменьшив вес 1000 зерен на 8,8%. Аналогичное действие удаления всех листьев на вес зерна в колосе наблюдалось и при оперировании в стадии восковой зрелости. Понижение веса зерна при обрезке нижних листьев кроме двух верхних, повидимому, следует отнести на счет варьирования опытного материала. Во всех остальных случаях влияние обрезки на количество и качество зерна менее значительно.

В 1929—30 г., как уже отмечалось, в основном опыт проводился по инструкции В. Н. Любименко. Подрезка листьев производилась по способу отщепления листа в длину. В схему были введены ранние сроки подрезки листьев, начиная с кущения. Опыт очень хорошо переносил и до уборки не пострадал от каких бы то ни было неблагоприятных условий.

Результаты опыта приводятся на таблицах 2 и 4, к рассмотрению которых мы и приступим по отдельным признакам.

Влияние на общее развитие растений.

Ранние сроки подрезки листьев сильно отразились на общем развитии растений, задержав как их рост, так и прохождение последующих стадий развития. Так, колошение и цветение у растений при подрезке листьев в период кущения задержались до двух недель против контрольных. Чем раньше и чем в большей степени отрезалась листовая поверхность, тем сильнее это сказывалось на оставании в развитии растения. В отношении роста растений получилась правильная лестница в развитии растений как по степеням, так и по срокам подрезки, которая была ясно заметна на-глаз. Это влияние сказывалось только на более ранних сроках обрезки. При оперировании в стадии цветения и позже заметного на-глаз угнетения роста растений подрезка листьев не вызывала.

Влияние подрезки листьев на рост отражается и в таблице 2, где представлены измерения длины стеблей и длины колоса у растений с различных делянок опыта. Уменьшение длины стеблей вполне достоверно для некоторых степеней обрезки в стадиях кущения и выхода в трубку. Так, при обрезке на 75% и 100% в стадии кущения получены коэффициенты достоверности 3,19 и 9,73, при удалении 100% площади листьев в стадии трубки—коэффициент 4,66. Для остальных степеней обрезки в этих стадиях уменьшение длины стебля не достоверно.

Влияние на общий урожай.

Данные общего веса растений показали значительное влияние ранних сроков подрезки листьев на урожай. Уменьшение урожая до-

стигает 47—54% при полной подрезке листьев в стадиях кущения и выхода в трубку, при более поздних сроках влияние степени обрезки постепенно уменьшается и совершенно стухивается при оперировании листьев в стадии молочной спелости.

Урожай зерна с делянок падает значительно сильнее, чем общий вес растений. И здесь в более ранние сроки обрезки степень повреждения сказывается сильнее, чем в последующие стадии развития.

Отметим, однако, что в стадии цветения удаление части ассимиляционной поверхности еще заметно влияет на вес зерна. Так, при обрезке 25% площади листьев урожай зерна понизился на 12,4%, коэффициент достоверности при этом равен только 1,46, т. е. понижение не совсем доказано биометрической обработкой. Повышение веса зерна при обрезке 50% площади листьев, повидимому, случайно, точность опыта в этом случае равна только 3,9%, в то время как при 25% она равна 8,7%.

При уничтожении всей ассимилирующей поверхности в этой стадии урожай зерна уменьшается на 25%. Обрезка в стадиях молочной и восковой зрелости почти никакого действия на оказала. Урожай зерна при этом понизился незначительно.

Влияние на количественные признаки колоса и зерна.

Изменение количественных признаков веса 1000 зерен, числа зерен в колосе и веса колоса при различных сроках и степенях подрезки листьев идет с некоторыми особенностями. Так, заметно падая так же, как и урожай при ранних сроках и сильных степенях подрезки, эти признаки, в особенности вес колоса и вес 1000 зерен, обнаруживают определенную тенденцию к увеличению при удалении листьев в период молочной и восковой спелости, хотя эта тенденция ни в одном случае не доказывается биометрическим путем.

Наконец, нами была определена у семян с делянок опыта щуплость семян, для чего нами была установлена следующая шкала:

0—	зерно выполнено без признаков сморщенности
1—	„ слабо сморщено
2—	„ „ „ в средней степени
3—	„ „ „ в сильной степени.

Как видно из таблицы, щуплость зерен больше по сравнению с контрольной у делянок, оперированных в ранние сроки, но цифры колеблются, и здесь нет такой правильной зависимости со степенями подрезки листьев, как это мы наблюдаем для других признаков.

Опыты с овсом.

Опыты с овсом велись по приведенным выше схемам в 1928 и 1929 г.г. В вегетационном опыте 1928 года подрезка листьев производилась по этапам целыми листьями. В полевом опыте в 1929 году подрезка листьев производилась по способу В. Н. Любименко.

Данные опытов приводятся в таблицах 3 и 6. В них для каждого номера схемы приведены средние M для ряда признаков, их срединные ошибки $\pm m$, а также достоверность разницы между контрольной и опытной делянкой.

Остановимся на данных полевого опыта. Сравнивая количественные признаки контрольных растений с оперированными, мы видим, что ранние сроки (кущение и выход в трубку) листьев дают для всех степеней подрезки резкое снижение таких признаков, как вес зерен с делянки, вес соломы, вес 100 зерен, длина стеблей, длина метелок, вес метелок и определенное повышение процента пленок у зерен. При этом понижение сравнительно с контролем почти во всех случаях доказывается данными биометрической обработки с большой достоверностью. Отсутствие достоверности в отдельных случаях, очевидно, совершенно случайно.

Если сравнить данные, полученные для овса и озимой пшеницы, то увидим, что овес в этих двух ранних стадиях развития реагирует значительно резче на увеличение степени повреждения, чем озимая пшеница. Особенно это сказалось на урожае зерна (сравни табл. 4 и 5, где урожай представлен в процентах от контроля). Образование вегетативных частей у обеих культур значительно меньше угнетается при нарастании степени обрезки. Обрезка в этих стадиях, повидимому, стимулирует образование новых побегов. В стадии колошения только удаление 100% площади листьев у овса сильнее понижает вес зерна, чем у озимой пшеницы. В более поздние сроки оперирования только обрезка всей листовой площади заметно уменьшает вес зерна (на 15%). Качество же зерна в стадии цветения, например, достоверно понижается, начиная уже со степени обрезки в 50% (см. табл. 3, коэффициент достоверности для абсолютного веса 1000 зерен приближается к трем).

Увеличение урожая семян и соломы, наблюдавшееся при некоторых степенях более поздних сроков обрезки (колошения и цветения) коэффициентом достоверности не доказывается и является, очевидно, случайным.

Далее рассмотрим данные вегетационного опыта с овсом. Результаты здесь в общем получены аналогичные с полевым опытом. Также наблюдается резкое угнетение растений под влиянием удаления листьев даже только нижних ярусов на ранних стадиях развития растений. Это угнетение выражается в уменьшении веса всего растения, веса зерна одного растения, веса 1000 зерен, числа зерен на одну метелку, причем разницы в большинстве случаев математически доказываются.

Чем позже производим удаление листьев, тем меньше оно влияет на растение. В условиях вегетационного опыта действие уменьшения листовой площади значительно рельефнее, чем в условиях полевого опыта. Так, например, при удалении всей площади листьев в стадиях цветения и молочной зрелости при вегетационном опыте урожай зерна соответственно понизился на 43% и 35%, в то время как в полевых условиях вес зерна понизился на 14,2% и 14,9% (сравни табл. 5 и 7 и другие элементы урожая).

Выводы.

Подводя итоги проведенным опытам мы приходим к следующим выводам:

1. Искусственное уменьшение ассимиляционной поверхности на более ранних стадиях развития (кущение, выход в трубку) сказывается на общем развитии растений и отставании фаз развития до двух недель.

-2. Искусственное уменьшение листовой поверхности на ранних стадиях развития влечет также значительное снижение веса всего растения до 40%, урожая семян, веса 1000 зерен, веса колосьев и метелок в сравнении с контрольными растениями. По мере приближения срока подрезки к концу вегетации влияние удаления листьев на эти признаки ступеневывается.

3. У овса удаление листьев вызывает повышение пленчатости, а у озимой пшеницы повышение щуплости семян.

4. Так как у нас массовое поражение ржавчиной приурочивается в большинстве случаев к концу вегетации (цветение, молочная спелость), а наши опыты по искусственному удалению листьев в период молочной спелости не дали значительного влияния на урожай растений, то возникает вопрос, не является ли это поводом к тому, чтобы умялять значение поражения хлебов ржавчиной в этот период.

Мы не можем высказать такого предположения на основании данных наших опытов. Наоборот, мы считаем, что поражение ржавчиной безусловно помимо уменьшения ассимиляционной поверхности вызывает и функциональное расстройство у растений, которое мы не наблюдаем при механическом удалении известной части листьев. Так, напр., в последнем случае не учитывается влияние токсинов, выделяемых грибом-паразитом на пораженное растение.

Полученные данные возможно ставить лишь в отдаленную параллель с вопросом вредоносности ржавчины. Вопросы же вредоносности ржавчины могут быть разрешены лишь путем экспериментирования с растениями, пораженными ржавчиной и здоровыми.

Таблица 1

Данные опыта с обрезкой листьев у озимой пшеницы в 1927 г.

Сроки обрезки листьев по схеме опыта	Средняя длина колоса	Средний вес одного колоса	Среднее число зерен в колосе	Средний вес зерна в колосе	Средний балл вы-полненности	Вес 1000 зерен
Контроль	10,1	1,36	31,7	1,07	3,40	33,8
Обрезка в период цветения						
Подрезались нижние листья кроме 2 верхн. . .	9,7	1,41	24,9	1,03	3,5	41,4
„ „ „ „ 1 верхн. . .	10,1	1,50	28,5	1,04	4,8	36,5
„ все листья	11,1	1,48	36,6	0,98	3,35	31,5
Обрезка в пер. молочной спелости						
Подрезались нижние листья кроме 2 верхн. .	10,1	1,33	29,8	0,87	3,30	29,2
„ „ „ „ 1 верхн. . .	11,8	1,37	28,1	0,98	3,50	34,9
„ все листья	10,1	1,43	31,2	1,04	3,50	33,3
Обрезка в пер. восковой спелости						
Подрезались нижние листья кроме 1 верхн. . .	9,9	1,39	32,4	1,01	3,40	31,2
„ все листья	10,2	1,33	30,5	0,98	3,50	32,1

В %/о от контрольного растения

Контрольное растение	100	100	100	100	100	100
Обрезка в период цветения						
Подрезались нижние листья кроме 2 верхн. . .	96,0	103,7	78,5	97,6	102,9	122,2
„ „ „ „ 1 верхн. . .	100	110,3	89,2	98,5	141,1	108,0
„ все листья	100	109,2	99,5	92,9	98,9	91,1
Обрезка в пер. молочной спелости						
Подрезались нижние листья кроме 2 верхн. . .	100	97,7	94,0	81,3	97,1	86,4
„ „ „ „ 1 верхн. . .	110,6	100,9	88,6	92,9	102,9	103,2
„ все листья	100	105,1	98,4	98,5	102,9	98,5
Обрезка в пер. восковой спелости						
Подрезались нижние листья кроме 1 верхн. . .	98,0	101,5	102,2	95,7	100	92,3
„ все листья	110	97,7	96,2	92,9	102,9	95,0

Сроки подрезки листьев по схеме опыта	о/о площади подр. листьев по схеме	Вес снопа с делянки в граммах		Вес зерна с делянки в граммах	
		$M \pm m$	$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}}$	$M \pm m$	$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}}$
Контроль	—	1098±340	00	273,8± 8,92	00
Листья подрезались в период кущения	25	1054± 37	0,88	218,0±16,8	2,83
	50	820± 38	5,46	193,0±17,7	4,37
	75	693± 53	6,43	146,0± 5,59	12,05
Листья подрезались в период выхода в трубку	100	699±199	1,97	127,9± 8,57	11,78
	25	1151±135	— 0,38	265,7±35,7	0,22
	50	982± 71	1,47	229,7±21,3	1,99
Листья подрезались в период колошения	75	795± 78	3,56	178,1±27,3	3,31
	100	607± 57	7,44	132,4±17,0	7,31
	25	888± 71	2,69	219,3±24,2	2,42
Листья подрезались в период цветения	50	920± 58	2,67	227,0±25,6	1,73
	75	891± 67	2,76	224,6±15,5	2,77
	100	788± 23	7,56	200,0± 2,50	7,72
Листья подрезались в период цветения	25	968± 40	2,50	240,0±21,2	1,46
	50	1110± 23	— 0,29	289,7±11,3	— 1,10
	75	935± 70	2,09	232,9±29,1	1,34
Листья подрезались в период молочной спелости	100	903± 18	5,13	205,6±16,0	3,72
	25	1145± 79	— 0,55	290,2±10,3	— 1,20
	50	1094± 80	0,05	277,6±22,0	— 1,61
Листья подрезались в период восковой спелости	75	1068± 31	0,65	270,0±24,2	0,15
	100	1027± 50	1,18	271,1±11,7	0,18
	25	1027±143	0,48	255,0±27,0	0,65
Листья подрезались в период восковой спелости	50	1018± 82	0,89	263,0±27,6	0,37
	75	1030± 52	1,10	259,0±11,2	1,03
	100	1008± 59	1,31	262,0±20,8	0,48

листьев у озимой пшеницы в 1930 г.

Вес 1000 зерен		Щуплость зерна	Число зерен на один колос	Средний вес колоса в граммах	Средняя длина колоса в миллим.	Средняя длина стебля в миллим.
$M \pm m$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$	M	M	M	M	M
28,17±0,70	00	1,59	32	1,38	8,80	113,60
26,26±0,95	1,61	1,84	30	1,23	8,95	110,47
26,02±1,76	1,14	1,53	28	1,11	7,70	106,13
22,06±1,58	3,53	1,95	22	0,83	7,57	100,62
18,29±2,20	4,28	2,13	23	0,66	6,93	87,43
27,03±0,90	1,00	1,65	28	1,24	8,50	111,78
25,68±1,67	1,32	1,98	28	1,10	8,47	110,40
24,37±0,40	4,69	1,75	26	1,00	8,18	105,70
25,59±1,55	1,52	1,74	20	0,84	7,18	98,85
27,38±1,16	0,58	1,69	29	1,24	8,77	111,68
27,03±1,33	0,76	1,72	31	1,30	9,02	108,80
27,25±2,12	0,41	1,88	29	1,29	8,80	111,88
25,53±1,27	1,82	1,74	29	1,22	9,15	109,32
26,77±0,73	1,39	1,78	30	1,31	8,67	115,22
28,22±1,08	— 0,04	1,56	30	1,00	8,90	117,93
25,27±0,80	2,73	1,93	31	1,29	8,92	116,25
24,85±0,69	3,39	1,83	29	1,24	9,03	117,43
30,74±1,62	— 1,46	1,36	29	1,41	8,85	117,35
29,36±1,34	— 0,79	1,56	33	1,48	9,27	117,50
29,25±0,94	— 0,92	1,47	28	1,43	8,92	116,98
28,03±0,75	0,14	1,60	32	1,39	8,63	119,38
31,29±1,78	— 1,63	1,61	31	1,52	9,02	114,52
30,52±1,34	1,55	1,64	31	1,46	9,07	115,47
29,26±1,43	— 0,68	1,65	31	1,43	8,70	112,70
27,60±2,13	0,25	1,59	—	1,42	9,15	117,48

Сроки подрезки листьев по схеме опыта	% подрезки листьев по схеме опыта	Вес зерна с делянки в граммах		Вес соломы с делянки в граммах	
		$M \pm m$	$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}}$	$M \pm m$	$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}}$
Контроль	—	2750 ± 42,6	0	5960 ± 975,7	0
Листья подрезались в период кущения	25	1720 ± 127,5	7,66	6230 ± 419,3	— 0,25
	50	1360 ± 120,1	10,91	4950 ± 228,0	1,01
	75	680 ± 110,5	17,48	3030 ± 146,2	2,96
	100	360 ± 21,7	50,0	1740 ± 132,6	4,35
Листья подрезались в период выхода в трубку	25	2190 ± 282,6	1,96	5990 ± 159,4	— 0,03
	50	1590 ± 54,8	16,71	4730 ± 379,4	1,18
	75	1070 ± 89,8	16,90	3570 ± 315,2	2,39
	100	590 ± 85,0	22,64	2170 ± 217,7	3,78
Листья подрезались в период колошения	25	2670 ± 281,0	0,28	6400 ± 201,8	— 0,44
	50	2250 ± 173,5	2,79	5990 ± 564,0	0,03
	75	2360 ± 117,0	3,13	5940 ± 430,0	0,02
	100	1510 ± 226,6	5,38	3660 ± 134,5	2,32
Листья подрезались в период цветения	25	3050 ± 242,0	— 1,22	8100 ± 405,2	— 2,02
	50	2630 ± 166,0	0,70	6640 ± 399,7	— 0,64
	75	2930 ± 354,7	— 0,62	6770 ± 566,1	— 0,72
	100	2360 ± 123,9	2,98	5830 ± 360,7	0,12
Листья подрезались в период молочной спелости	25	2690 ± 64,8	0,77	7290 ± 293,4	— 1,30
	50	2670 ± 142,1	0,54	7690 ± 503,0	— 1,58
	75	2570 ± 145,2	1,18	6810 ± 327,3	— 0,82
	100	2340 ± 302,4	1,34	5330 ± 674,2	0,53

Вес 1000 зерен в граммах		‰ пленчатости	Вес одной метелки в граммах	Длина стебля в миллиметрах	Длина метелки в миллиметрах
$M \pm m$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$	M	M	M	M
23,37±0,43	0	37,14	1,47	99,39	18,03
19,11±0,11	9,68	44,79	1,09	89,25	16,62
18,21±0,69	6,37	47,29	1,03	85,32	16,85
17,04±0,37	11,11	49,51	0,82	79,73	16,36
16,90±0,54	9,38	44,34	0,58	73,54	14,89
20,20±0,71	3,82	40,85	1,35	92,09	17,51
18,80±0,25	9,14	45,88	0,96	85,42	16,33
17,95±0,36	9,68	44,34	0,92	84,28	16,50
17,35±0,36	10,75	44,96	0,89	83,13	16,07
21,29±0,39	3,59	41,49	1,46	95,87	17,93
21,12±0,50	3,41	42,11	1,29	92,78	17,76
20,00±0,64	4,38	41,05	1,25	97,60	18,16
19,29±0,24	8,33	41,87	1,09	95,20	18,00
21,90±0,72	1,75	37,70	1,33	99,99	16,97
21,35±0,58	2,81	41,90	1,46	103,77	19,19
20,80±0,76	2,95	39,99	1,25	98,98	17,53
19,55±0,86	3,98	41,23	1,41	103,98	18,66
22,45±0,26	1,84	38,91	1,51	100,65	18,24
22,53±0,76	0,97	38,16	1,51	98,80	17,83
22,26±0,49	1,71	39,34	1,49	101,02	17,86
21,66±0,37	3,00	37,63	1,21	97,76	17,85

Таблица 4

Сравнение оперированных делянок с контрольными (в процентах) по отдельным признакам

Сроки обрезки листьев по схеме опыта	% площади под- резки листьев по схеме опыта	Вес снопа с дел.	Вес зерна с дел.	Вес 1000 зерен	Щуплость зерна	Число зерен на 1 колосе	Вес колоса	Длина колоса	Длина стебля
Контроль		100	100	100	100	100	100	100	100
Листья подрезались в период кущения	25	96,0	79,6	93,2	115,7	93,7	89,1	101,7	97,3
	50	74,7	70,5	92,2	95,6	87,5	80,4	87,5	93,4
	75	63,1	53,3	78,3	122,6	68,7	60,1	86,0	88,6
Листья подрезались в период выхода в трубку	100	63,7	46,7	65,0	133,9	71,9	47,8	78,7	76,9
	25	104,8	97,1	95,7	103,8	87,5	89,8	96,8	98,3
	50	89,4	80,4	91,1	124,5	87,5	79,7	96,3	97,1
	75	72,3	64,9	86,5	110,1	81,2	72,5	93,0	93,0
Листья подрезались в период колошения	100	55,3	48,2	90,8	109,4	62,5	60,9	81,6	87,0
	25	80,9	79,9	97,1	106,3	90,6	89,8	99,7	98,3
	50	83,8	82,8	95,7	108,2	96,9	94,2	101,4	95,7
	75	81,1	82,1	96,4	118,3	90,6	93,5	100,0	98,5
Листья подрезались в период цветения	100	71,8	72,9	90,4	109,4	90,6	88,4	104,0	96,2
	25	88,2	87,6	95,0	111,9	93,7	94,9	98,5	101,4
	50	101,1	105,8	100,0	98,1	93,7	72,5	101,1	103,8
	75	85,2	85,0	89,7	121,4	96,9	93,5	101,4	102,3
Листья подрезались в пер. молочн. спелости	100	82,2	75,2	87,9	115,1	90,6	89,8	102,6	103,3
	25	104,3	105,8	108,8	85,5	90,6	102,2	100,6	103,3
	50	99,6	101,5	104,2	98,1	103,0	107,3	105,3	103,4
	75	97,3	98,5	101,4	92,5	87,5	103,6	101,4	102,9
Листья подрезались в пер. восковой спелости	100	93,5	98,9	99,3	100,6	100,0	100,7	98,1	105,1
	25	93,5	93,0	111,0	101,3	96,9	110,1	102,5	100,8
	50	92,7	96,0	108,2	103,1	96,9	105,8	103,1	101,5
	75	93,8	94,4	103,9	103,8	96,9	103,6	98,9	99,2
	100	91,8	95,6	97,9	100,0	—	102,9	104,0	103,4

Таблица 5

Сравнение оперированных делянок с контрольными (в процентах) по отдельным признакам. Опыт с овсом 1929 г.

Сроки обрезки листьев по схеме опыта	% подрезки ли- стьев по схеме опыта	Вес зерна с дел.	Вес солом с делянки	Вес 1000 зерен	% пленчатости	Вес одной метелки	Длина стебля	Длина метелки
Контроль		100	100	100	100	100	100	100
Листья подрезались в период кушения	25	65,54	104,53	81,77	120,59	8,74	89,79	92,18
	50	49,45	83,05	77,92	127,40	8,70	85,84	93,45
	75	24,73	50,83	72,91	133,31	0,56	80,12	90,73
	100	19,09	29,19	72,36	119,38	0,39	73,99	82,59
Листья подрезались в период выхода в трубку	25	79,63	100,5	86,44	109,99	0,92	92,65	97,11
	50	57,81	79,63	80,44	123,52	0,65	85,94	90,57
	75	38,90	59,89	76,81	119,38	0,62	84,79	91,51
	100	21,45	36,40	74,25	121,05	0,60	83,64	89,12
Листья подрезались в период колошения	25	97,09	107,38	91,09	111,71	0,99	96,45	99,44
	50	81,89	100,5	90,37	113,30	0,88	93,35	98,50
	75	85,89	99,66	85,58	110,53	0,85	98,20	100,72
	100	54,91	61,41	82,54	112,73	0,74	95,78	99,83
Листья подрезались в период цветения	25	110,91	130,59	93,71	101,53	0,90	100,6	94,12
	50	95,64	111,41	91,35	112,81	0,99	104,44	106,43
	75	108,0	113,59	89,01	107,67	0,85	99,59	97,22
	100	85,81	97,81	83,61	111,01	0,96	104,62	103,44
Листья подрезались в период молочной спелости	25	97,82	122,31	96,06	104,76	1,02	101,27	101,16
	50	97,09	122,03	96,36	102,74	1,02	99,41	98,89
	75	93,45	112,67	95,25	105,92	1,01	101,64	99,06
	100	85,09	93,67	92,68	101,31	0,82	98,35	99,00

Сроки обрезки листьев по схеме опыта	Вес одного растения		Вес зерна с одного растения	Вес зерна с одной метелки	
	$M \pm m$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$	M	$M \pm m$	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$
Контроль	$9,6 \pm 0,32$	00	4,44	$1,38 \pm 0,05$	0,0
Обрезка листьев в пе- риод выбрасывания ме- телки					
Подрезались все листья кроме 3 верхних	$9,9 \pm 0,46$	-0,54	4,06	$1,32 \pm 0,05$	0,88
Тоже кроме двух	$8,0 \pm 0,03$	5,0	3,57	$1,20 \pm 0,03$	3,2
Тоже кроме одного	$6,1 \pm 0,43$	6,5	2,66	$1,28 \pm 0,24$	1,90
Подрезались все листья	$5,8 \pm 0,13$	11,17	1,94	$1,03 \pm 0,01$	7,0
Обрезка листьев в пе- риод цветения					
Подрезались все листья кроме 3 верхних	$9,3 \pm 0,08$	0,91	4,26	$1,45 \pm 0,21$	-0,32
Тоже кроме двух	$8,7 \pm 0,05$	2,75	3,87	$1,22 \pm 0,08$	1,67
Тоже кроме одного	$6,4 \pm 0,51$	5,34	2,83	$0,99 \pm 0,05$	5,8
Подрезались все листья	$6,2 \pm 0,08$	10,30	2,54	$0,92 \pm 0,02$	9,0
Обрезка листьев в пе- риод молочной спе- лости					
Подрезались все листья кроме 3 верхних	$8,3 \pm 0,35$	2,77	3,74	$1,15 \pm 0,10$	2,13
Тоже кроме двух	$9,2 \pm 0,74$	0,49	4,13	$1,29 \pm 0,07$	1,06
Тоже кроме одного	$8,1 \pm 0,10$	—	3,57	$1,09 \pm 0,02$	5,58
Подрезались все листья	$7,3 \pm 1,36$	1,65	2,90	$1,01 \pm 0,10$	—

на 6
Верхняцкой Ст.) в 1928 году (вегетационный опыт)

Число зерен на одну метелку	Вес 1000 зерен		°/° пленчатости	Длина метелки	Длина стебля
M	$M \pm m$	$\sqrt{\frac{M_1 - M_2}{m_1^2 + m_2^2}}$	M	M	M
60,0	25,48±1,02	00	27,9	18,86	97,8
57,2	22,94±0,29	2,31	27,7	19,4	101,5
55,8	20,60±1,12	3,22	28,1	18,3	98,5
48,6	14,79±0,74	8,48	27,4	17,8	91,2
51,8	10,63±2,10	6,34	27,1	19,0	97,0
59,8	21,28±1,04	2,98	26,7	18,3	97,9
57,8	20,14±1,31	3,2	29,5	18,7	97,3
54,0	14,83±1,24	6,6	30,9	18,6	93,2
58,8	14,36±1,78	5,40	34,7	19,3	96,6
52,8	20,39±0,80	4,07	27,9	17,7	93,8
62,8	19,54±0,24	5,66	29,0	18,7	96,9
55,0	17,84±2,14	3,23	31,3	18,8	100,3
55,5	17,18±2,01	3,69	34,2	18,5	98,4

Таблица 7

Сравнение оперированных делянок с контрольными в процентах по отдельным признакам (вегетационный опыт)

Сроки подрезки листьев по схеме опыта	Вес 1 растения	Вес зерна 1 раст.	%/о пленчат.	Длина стебля	Длина метелки	Число зерен 1 метелки	Вес зерна 1 мет.	Вес 1000 зерен
Контроль	100	100	100	100	100	100	100	100
Подрезка листьев в пе- риод-выбрасывания ме- телки								
Подрезались все листья кроме 3 .	103,12	91	99,28	102,40	102,86	95,33	95,57	90,03
" " " " " 2	83,3	80	100,72	100,72	97,04	93,00	86,96	84,59
" " " " " 1	63,54	60	98,21	93,25	94,33	81,00	92,78	58,05
" " " " " все листья	60,42	44	97,13	99,18	100,74	86,33	74,64	41,72
Подрезка листьев в пе- риод цветения								
Подрезались все листья кроме 3 .	96,87	96	95,70	100,10	97,04	99,67	105,07	83,52
" " " " " 2 .	80,62	87	105,73	99,39	99,15	96,33	88,41	78,30
" " " " " 1	66,67	61	110,72	95,30	98,62	90,0	71,74	58,20
" " " " " все листья	64,58	57	124,37	98,77	102,23	98,00	66,67	56,35
Подрезка листьев в пе- риод молочной спелости								
Подрезались все листья кроме 3 .	86,66	84	100,0	95,91	93,81	88,0	83,33	80,02
" " " " " 2 .	95,83	93	103,94	99,08	99,15	104,67	93,18	76,79
" " " " " 1	84,37	80	119,19	102,56	99,68	91,67	78,98	70,02
" " " " " все листья	76,04	65	122,58	100,6	98,09	92,50	87,32	67,42

С. Ф. Теличко и Е. А. Сиряченко.

Влияние механического уменьшения площади листовых пластинок на развитие яровой пшеницы на широте Киева.

S. F. Telitchko and E. A. Sirjatchenko.

The influence of artificial decrease of the area of leaves on the development of summer wheat at the latitude of Kiev.

Прежде чем излагать результаты проделанной работы, необходимо сказать несколько слов относительно техники постановки опыта, так как в силу чисто технических обстоятельств мы немного уклонились от методики, предложенной нам проф. В. Н. Любименко.

Семена яровой пшеницы получены нами очень поздно, к тому же в недостаточном количестве. Все это повлекло за собой целый ряд трудностей в смысле получения земельного участка, соответствующей обработки и своевременного посева.

Земельный участок, на котором был произведен посев, был очень неудачный. Расположен он на открытом высоком месте, где постоянно свирепствуют большие ветры. Принимая во внимание последнее обстоятельство, пришлось оставить растения на расстоянии не 30 см., как требует постановка опыта, а примерно около 10 см. Расстояние между рядами было 40 см. Посев был произведен в три срока: первый срок 15 мая, второй 20 мая и третий 29 мая 1929 года. Сроки посева не выдерживались по декадам, потому что, как уже упоминалось, поздно был получен посевной материал.

Всходы были не дружные и по 5-балльной оценке получили: I срок посева 3,5 балла, II срок—3,5 балла и III срок—2 балла.

Перед самой обрезкой листовых пластинок весь посевной участок был разбит на делянки в шахматном порядке для устранения влияния рельефа почвы. Каждая такая делянка соответствовала определенной ступени обрезки: 20%, 30%, 50%, 75%, 100% и контролю не обрезаемые) (см. табл. 1).

По многим причинам сделать обрезку в разных стадиях развития на одном каком-нибудь сроке посева нам не удавалось. На участке I срока посева растения обрезаны в стадии стеблевания, на участке II срока—в стадии цветения и на участке III срока—в стадии 2 листочков. Во всех трех стадиях обрезано по 50 растений. Обрезки на стадии пары листочков растягивались во времени, потому что по мере появления новых листочков приходилось все время делать обрезку. На остальных двух стадиях операции были произведены в течение 4 дней. Для получения равномерного материала в один день производились все ступени обрезки.

Отрезанные части листьев аккуратно собирались в бумажные пакеты, высушивались до воздушно-сухого состояния и взвешивались.

Для полноты учета растительной массы, до начала уборки срезались все ниже пожелтевшие листья с контрольных и оперированных растений.

Таблица 1
Схема расположения делянок

I срок посева			II срок посева			III срок посева		
Обрезка на стадии стеблевания			Обрезка на стадии цветения			Обрезка на стадии 2 листочков		
20	Кон.	75	20	Кон.	75	Кон.	75	30
30	100	50	30	100	50	100	50	20
50	75	Кон.	50	75	Кон.	75	Кон.	100
75	50	30	75	50	30	30	30	75
100	30	20	100	30	20	30	20	50
Кон.	20	100	Кон.	20	100	20	100	Кон.
20	Кон.	75	20	Кон.	75	Кон.	75	30
30	100	50	30	100	50	100	50	20
50	75	Кон.	50	75	Кон.	75	Кон.	100
75	50	30	75	50	30	50	30	75
100	30	20	100	30	20	30	20	50
Кон.	20	100	Кон.	20	100	20	100	Кон.

Уборка растений производилась в течение одного дня, т. е. каждая отдельная стадия развития растений убиралась в один день вторая на второй день и третья на третий день.

Срезанные растения переносились в лабораторию и здесь подвергались обработке таким образом: отделялись листовые пластинки, стебли, влагалища и колосья.

Все эти части отдельно высушивались до воздушно-сухого веса и взвешивались, затем все колосья перемешивались, бралась средняя проба по 30 колосьев и из этой средней пробы, т. е. 30 колосьев, определялся как общий средний вес всех зерен, так и вес одного зерна. Получить общий вес зерен со всех колосьев нам не удалось в силу чисто технических затруднений. Далее все стебли оперируемых и контрольных растений измерялись, затем выводилась средняя высота для всех растений.

Для листовых органов площадь определялась весовым методом. С этой целью бралось 10 листовых пластинок для каждой ступени обрезки, каждая такая пластинка обрисовывалась на миллимет-

Таблица 2

Время обрезки листьев.	% обрезки листьев	Возд.-сух. вес всего раст. в г.	Возд.-сух. вес листьев в г.	Возд.-сух. вес влат. в г.	Возд.-сух. вес стеблей	Возд.-сух. вес ко- лошев	Возд.-сух. с 1 колоса	Возд.-сух. вес одного зерна	Лощ. по- жел. лист. и оставш. раст. пласт.	Площадь влагающих	Среднее кол. зерен в колосе	Высота стебли	Возд.-сух. вес пласт. отрез. до
III срок посева: обрезка листьев на стадии 2-х листочков	20	4,38	0,70	0,54	1,31	1,69	0,48	0,017	70,49	109,67	28,8	56,0	0,14
	30	4,18	0,62	0,54	1,24	1,58	0,47	0,020	55,18	107,80	26,5	57,0	0,18
	50	4,20	0,68	0,55	1,10	1,51	0,23	0,015	33,19	111,32	16,4	53,3	0,34
	75	2,60	0,19	0,35	0,77	0,88	0,33	0,015	8,21	80,53	19,0	56,0	0,41
	100	2,01	—	0,35	0,60	0,64	0,19	0,010	—	86,94	15,9	50,4	0,42
	Кон.	4,93	0,97	0,67	1,40	1,89	0,49	0,016	81,02	111,22	29,7	57,6	—
I срок посева: обрезка листьев на стадии стеблевания	20	6,62	1,08	0,66	1,82	2,95	0,66	0,030	118,30	135,70	28,7	53,1	0,12
	30	7,16	1,00	0,65	1,85	3,45	0,76	0,025	107,39	140,97	30,3	59,0	0,22
	50	5,68	0,61	0,60	1,35	2,75	0,54	0,025	55,28	116,76	22,0	54,5	0,26
	75	4,55	0,21	0,50	1,22	2,18	0,47	0,023	22,25	105,06	20,6	56,3	0,44
	100	5,37	—	0,71	1,47	2,18	0,33	0,023	—	191,33	15,1	49,9	1,01
	Кон.	7,47	1,02	0,61	1,92	3,92	0,69	0,025	70,51	143,43	29,5	55,9	—
II срок посева: обрезка листьев на стадии цветения	20	7,59	0,95	0,73	2,02	3,68	0,69	0,027	80,61	181,77	28,1	60,2	0,21
	30	7,66	0,93	0,78	2,08	3,62	0,69	0,026	63,71	210,60	26,5	64,4	0,25
	50	6,22	0,67	0,68	1,77	2,74	0,70	0,025	41,33	181,15	28,5	58,4	0,34
	75	7,29	0,25	0,83	2,13	3,41	0,47	0,021	22,17	228,21	22,4	60,2	0,67
	100	5,80	—	0,72	1,64	2,59	0,51	0,020	—	172,08	25,7	56,7	0,85
	Кон.	7,67	1,25	0,76	2,04	3,62	0,72	0,025	94,22	174,48	29,4	61,0	—

ровой бумаге и взвешивалась на химических весах. Таким образом был определен средний вес 1 кв. сантиметра пластинок, а по этим данным определена и их площадь.

Несколько труднее было производить эту операцию над влажными, так как они свернуты в трубку и поэтому нам пришлось их мочить в воде, аккуратно расправить, положить под пресс и после снова сушить до воздушно-сухого веса. Обрисовывание, взвешивание и проч. производилось в том же порядке, как и для листовых пластинок.

В результате уборка и обработка дала следующие цифры (см. табл. 2).

Анализируя полученные данные, приходим к следующим выводам:

1. Средний вес одного оперативного растения на всех трех стадиях развития уменьшается по мере того, как возрастает процент удельной площади листьев, т. е. от 20% обрезки до 100%. Контроль во всех трех опытах по весу превышает все ступени обрезки, причем это различие постепенно сглаживается при поздних обрезках, особенно на стадии цветения.

2. Воздушно-сухой вес листьев одного растения в момент уборки, т. е. вес листьев, оставшихся у растения уже после операции, уменьшается по мере увеличения ступени обрезки. Контроль превышает, за некоторыми исключениями, отдельно все ступени обрезки.

3. Воздушно-сухой вес влагалищ одного растения подвержен той же закономерности только ранней стадии. На стадиях стеблевания и цветения вес влагалища у оперированных растений в общем мало отличается от веса их у контрольных.

4. Вес стеблей правильно понижается вместе с усилением обрезки только на ранней стадии. На стадиях стеблевания и цветения это понижение выражено слабее и особенно слабо на стадии цветения, когда стебли уже сформировались.

5. Воздушно-сухой вес колосьев с одного растения дал на всех стадиях и во всех ступенях обрезки меньший вес против контроля.

6. Воздушно-сухой вес зерен с одного колоса в разных ступенях обрезки от 20% до 100% показывает лишь незначительное понижение. Контроль несколько превышает все ступени обрезки.

7. Воздушно-сухой вес одного зерна имеет определенную тенденцию в сторону уменьшения в весе, по мере увеличения степени обрезки. Не ясно, почему контроль дал здесь во всех трех случаях несколько меньший вес против растений, оперированных на 20% листовой площади.

8. Среднее число зерен в колосе имеет те же закономерности, как и остальные элементы растения, т. е. уменьшение по мере увеличения степени обрезки.

9. В высоте стеблей у контрольных и оперированных растений как будто существенной разницы не наблюдается.

10. Площадь влагалищ, по нашим данным, как будто бы не имеет ясной тенденции к уменьшению по мере увеличения степени обрезки.

З. М. Эйдельман.

Основные результаты опытов искусственного уменьшения листовой поверхности в разных географических пунктах¹.

Z. M. Eidelman.

Principal results of experiments on artificial reduction of leaf surface in the different geographical points.

Работы по изучению влияния механического уменьшения площади листовых пластинок на развитие яровой пшеницы были поставлены в различных географических пунктах. В настоящем сборнике печатаются материалы, полученные только в трех пунктах (отчеты из Ростова и Москвы не получены). Два из этих пунктов — Киев и Белая Церковь — географически очень близки, и вряд ли такое небольшое различие в климатических условиях могло сильно повлиять на реакцию растения к механическому повреждению.

Однако, статья В. Шевченко (Белая Церковь) представляет большой интерес, главным образом, потому, что автор проводил работу на других культурах. Кроме того автором также изучалось влияние удаления листьев разных ярусов.

Попытаемся вкратце изложить те добавочные выводы, которые нам кажутся интересными, а также сравнить основные результаты опытов, полученных нами в Ленинграде и на юге.

Резюмируя добавления, сделанные в тексте статьи В. Шевченко на основании данных, полученных автором, можно сделать следующие выводы.

1. Образование зерна больше угнетается при искусственном уменьшении площади листьев, чем образование вегетативных органов растения.

2. Озимая пшеница и овес по разному реагируют на степень обрезки в более ранние стадии развития. У овса, при оперировании в стадиях кущения и выхода в трубку, урожай зерна падает значительно сильнее с нарастающим степеню обрезки, чем у озимой пшеницы. В более поздние сроки обрезки (стадия колошения) только

¹ От Редакции. В статьях В. Шевченко и С. Теличко и Е. Сириченко, носящих отчетный характер, к сожалению не дано достаточно четкого и детального анализа полученных цифр. Особенно мало разработан цифровой материал в статье С. Теличко и Е. Сириченко. Поэтому Редакция сочла необходимым и возможным поручить З. М. Эйдельман в особой статье заполнить этот пробел. Результатом этого поручения и является настоящая статья.

полное удаление листовой площади резке понижает вес зерна с делянки у овса, чем у озимой пшеницы (71,8% от контроля, и 54,9%). Качество зерна (абсолютный вес 1000 зерен) точно также значительно больше падает у овса при всех степенях обрезки и на всех стадиях развития, чем у озимой пшеницы. Озимая пшеница, следовательно, обладает большей способностью компенсировать ущерб, нанесенный повреждением в более ранние стадии, усилением развития всех частей растения.

3. В условиях вегетационного опыта действие уменьшения листовой поверхности на урожай овса значительно рельефнее, чем в условиях полевого опыта. Так, напр., при удалении всей площади листьев в стадиях цветения и молочной зрелости в вегетационном

Таблица 1
Коэффициенты вредоносности

Стадии	Степень обрезки							
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
	Озимая пшеница				Овес			
	Все растение				Солома			
Стадия кущения	0,16	0,51	0,49	0,37	0	0,39	0,66	0,71
„ выхода в трубку	0	0,21	0,37	0,45	0	0,41	0,53	0,64
„ колошения	0,76	0,32	0,25	0,28	0	0	0,04	0,39
„ цветения	0,47	0	0,20	0,18	0	0	0	0,02
	Зерно				Зерно			
„ кущения	0,82	0,59	0,62	0,53	1,37	1,01	1,00	0,81
„ выхода в трубку	0,12	0,39	0,47	0,52	0,82	0,84	0,82	0,79
„ колошения	0,84	0,34	0,24	0,27	0,12	0,36	0,19	0,45
„ цветения	0,50	0	0,20	0,25	0	0,09	0	0,14

опыте, вес зерна соответственно понизился на 43% и 35%, в то время как в полевых условиях понижение равно 14,2 и 14,9% (сравн. в таблицах 5 и 7 в статье автора и другие элементы урожая).

4. Очень хорошо иллюстрируется действие степени обрезки на разных стадиях развития у разных культур отвлеченной величиной—коэффициентом вредоносности (понижение урожая в процентах на единицу удаленной листовой площади, т. е. на 1% обрезки).

Из таблицы 1 видно, что у зерна коэффициенты вредоносности при всех степенях обрезки и на всех стадиях развития у обеих культур значительно выше, чем у веса всего растения и урожая соломы (овес). У овса вредоносность всех степеней обрезки на зерне значительно выше, чем у озимой пшеницы, только в более ранние стадии развития (стадии кущения и выхода в трубку).

С нарастанием степени обрезки в стадии кущения коэффициент вредоносности на зерне падает у обеих культур. В стадии трубки у озимой пшеницы наблюдается то же явление, у овса же коэффициент вредоносности почти не изменяется с увеличением степени обрезки. В стадии колошения наоборот—у озимой пшеницы при 50%, 75% и 100% коэффициент меняется незначительно, а у овса вредность единицы удаленной площади сильно возрастает при 100% обрезки.

В стадии цветения у озимой пшеницы коэффициенты вредоносности даже несколько выше, чем у овса.

На урожай соломы у овса 25%-ая обрезка на всех стадиях развития не сказалась. Степени обрезки в 50% и 75% не причиняют вреда только при оперировании в стадиях колошения и цветения. Сравнить с действием обрезки на солому озимой пшеницы мы не можем потому, что для пшеницы автором приведены только суммарные цифры общего веса растений.

5. Данные обрезки листьев разного возраста у озимой пшеницы и овса (в условиях вегетационного опыта) также показали большую чувствительность овса к уменьшению ассимилирующей поверхности, сравнительно с озимой пшеницей.

6. В стадии цветения и даже в стадии молочной зрелости листья нижних ярусов у овса имеют еще очень большое значение для количественной и качественной продукции зерна. Повидимому, их участие в накоплении и передвижении ассимилятов в этих стадиях еще велико.

Так, напр., удаляя все листья в стадиях цветения и молочной зрелости, вес зерна одного растения соответственно понижается на 43% и 35%, оставляя только один верхний ярус 36% и 20%, два верхних яруса—13% и 7%; при наличии трех верхних листьев урожай зерна понижается только на 4% (понижение на 16% в стадии молочной зрелости, повидимому, случайно).

7. Качество же зерна при удалении нижних, самых старых листьев кроме трех верхних все же понижается в обеих стадиях на 17—20%, т. е. понижается значительно больше, чем количественная продукция зерна.

В работе С. Теличко и Е. Сиряченко весь цифровой материал представлен только в абсолютных величинах и поэтому очень трудно обозреть.

Для удобства приведем относительные данные для основных элементов урожая.

К сожалению, в таблице автором даны только цифры веса зерна в одном колосе, но не приведено количество зерна на одно растение. Последнее же очень важно для наиболее полной характеристики действия степени обрезки на разных стадиях развития на общий урожай зерна. Данных веса зерна на один колос недостаточно для такой характеристики, потому что оперирование в стадии двух листочков и даже в стадии трубки, судя по нашим данным, могло повлиять не только на вес зерна в колосе, но и на количество колосов на одно растение, а эти данные в таблице также отсутствуют.

Таким образом мы лишены возможности сделать выводы о влиянии степени обрезки и стадии оперирования на наиболее важный элемент урожая—общую количественную продукцию зерна.

При обзоре вычисленных нами относительных цифр (см. таблицу 2) прежде всего обращает на себя внимание то обстоятельство,

Таблица 2
В процентах от контроля

% обрезки листьев	Общ. вес растения			Вес зерна одного колоса			Вес колоса в %			Абсолютный вес зерна в %		
	Обр. в ста- дии 2 лист.	Обр. в ста- дии стебл.	Обр. в ста- дии цветен.	Обр. в ста- дии 2 лист.	Обр. в ста- дии стебл.	Обр. в ста- дии цветен.	Обр. в ста- дии 2 лист.	Обр. в ста- дии стебл.	Обр. в ста- дии цветен.	Обр. в ста- дии 2 лист.	Обр. в ста- дии стебл.	Обр. в ста- дии цветен.
Кон- троль	100,0	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20	88,9	88,6	99,0	98,0	95,7	95,9	89,4	75,3	101,6	106,0	120,0	108,0
30	84,8	95,9	99,9	95,9	110,1	95,9	83,6	88,3	100,0	125,0	100,0	104,0
50	85,2	76,0	79,8	52,3	78,3	97,3	79,9	70,2	75,7	94,0	100,0	100,0
75	52,8	60,9	95,0	67,4	68,1	65,3	46,6	55,6	94,2	94,0	92,0	84,0
100	41,3	71,9	75,6	38,8	47,8	70,9	33,8	55,6	71,4	63,0	92,0	80,0

что авторы, повидимому, имели дело с неровным, сильно варьирующим материалом. Так, напр., при удалении 20% площади листьев на стадии стеблевания общий вес растения равен 88,6% от контроля, при увеличении степени обрезки до 30% вес растения, наоборот, повышается до 95% от контроля; вряд ли это можно объяснить стимуляцией обрезки.

Еще несколько примеров: в той же стадии стеблевания при 75% общий вес растения равен 60,9%, при 100% обрезки 71,9% от контроля, в стадии цветения при 50% обрезки общий вес растений равен 79,8%, при 75% обрезки—95,0% по отношению к контрольному. Аналогичные скачки можно найти и в данных веса колоса и веса зерна на один колос (см. таблицу, даже в стадии двух листочков 50% обрезки понизило урожай зерна в колосе на 47,7%, а 75% обрезки только на 32,6%, что может быть объяснено исключительно варьированием материала).

Основные выводы, которые можно сделать на основании полученных цифр, сводятся к следующему.

1. Яровая пшеница сравнительно мало реагирует на оперирование в более ранние стадии развития. Так, напр., при оперировании в стадии двух листочков степень обрезки в 50% понизила общий урожай только на 15%. Даже при удалении всей площади листьев, т. е. при обрезке в 100%, вес растения понизился только на 57%. Видимо, пшеница в условиях опыта обладала большой способностью компенсировать недостающую ассимиляционную поверхность усилением работы оставшихся частей растений (повышенной энергии ассимиляции влагилиц и оставшихся после оперирования частей листовых пластинок) и, возможно, стимуляцией развития боковых побегов.

Однако отметим, что понижение урожая только на 57%, при уничтожении всей листовой поверхности, когда за время роста assi-

миляционная работа могла производиться только одними влагалищами, вызывает большие сомнения (см. работу В. Н. Любименко, Е. Г. Друзенко о сравнительной роли влагалищ и листовых пластинок в общем ассимиляционном балансе).

2. В более поздние стадии стеблевания и цветения эффект обрезки еще меньший. В первой из этих стадий удаление 50% площади листьев понизило общий вес растения на 24%, во второй только 100% обрезки понизило урожай на 24,4% (понижение на 20,2%, при 50% обрезке в стадии цветения, повидимому, случайное).

3. Вес колосьев, дающий косвенное указание о влиянии оперирования на общий вес зерна, падает больше, чем общий вес растения при увеличении степени обрезки, но незначительно и не при всех степенях обрезки. Так, только в стадии стеблевания вес колосьев заметно уменьшается сравнительно с весом всего растения (см. табл. 2). В стадии двух листочков заметное уменьшение веса колосьев получено только при степенях обрезки в 50%, 75% и 100%. В стадии цветения различия между падением веса колосьев и общим весом растения незначительны.

4. Качество зерна еще меньше изменилось под влиянием обрезки, чем другие элементы урожая (см. таблицу 2). Только полное удаление листовой площади в стадии двух листочков понизило абсолютный вес зерна на 47%, в стадии стеблевания на 8% (?), в стадии цветения на 20%.

5. Вычисление коэффициентов вредности, характеризующих понижение урожая в процентах на единицу удаленной листовой площади (1% обрезки), наглядно показывает те общие зависимости между степенью обрезки на разных стадиях и урожаем, которые мы отметили выше. Они иллюстрируют относительно малую вредность удаления, напр., 20%, 50%, 75% и даже 100% площади листьев в таком раннем возрасте, как стадия двух листочков—сравнительно со стадией стеблевания, а при некоторых степенях даже со стадией цветения (см. таблицу 3—все растение 20%, 50%).

Таблица 3

Коэффициенты вредоносности

Степени обрезаки	20%	30%	50%	75%	100%
------------------	-----	-----	-----	-----	------

В с-е р а с т е н и е

Обрезка в стадии 2 листоч. . . .	0,56	0,56	0,50	0,63	0,41
" " стеблевания . .	0,57	0,13	0,48	0,52	0,28
" " цветения	0,50	0,33	0,40	0,07	0,24

К о л о с ь я

Обрезка в стадии 2 листоч. . . .	0,53	0,54	0,40	0,71	0,66
„ „ стеблевания	1,23	0,39	0,59	0,59	0,45
„ „ цветения	—	—	0,48	0,07	0,29

И для общего веса растений и для веса колосьев (косвенно урожай зерна) удаление, напр., 50% площади листьев дает почти одинаковый коэффициент вредоносности.

При удалении 75% площади листьев в стадиях двух листочков и стеблевания вредоносность единицы удаленной площади не уменьшается. В стадии цветения она сильно падает, но опять возрастает при 100% обрезки. Большой коэффициент вредоносности (1,23) получен только в одном случае, при удалении 20% площади в стадии стеблевания у колосьев.

Сравнивая результаты опытов по яровой пшенице, проведенных в Киеве и Ленинграде, мы видим, что в условиях Киева разные степени обрезки на всех стадиях развития значительно меньше вредят урожаю, чем в условиях Ленинграда.

Однако, судя по описанию постановки опытов С. Теличко и Е. Сириченко, очень трудно разграничить причины такого действия оперирования. Неясно, повлияли ли специфические климатические условия Киева или трудности и шероховатости в постановке опытов.

Необходимо все же отметить, что данные для Ленинграда и для Киева очень резко отличаются. Для примера приведем некоторые данные коэффициентов вредоносности для обоих этих пунктов.

Таблица 4
Коэффициент вредоносности (общий вес растения)

Степ. обрезки	20%	30%	50%	75%	100%	Степ. обрезки	25%	33%	50%	75%	100%
	К и е в						Л е н и н г р а д				
Стад. 2 лист. . . .	0,56	0,56	0,50	0,63	0,41	Стад. 3 лист. .	1,23	—	1,26	1,17	0,92
„ стеблевания	0,57	0,13	0,48	0,52	0,28	„ трубки .	1,27	1,28	0,88	0,74	0,69
„ цветения . .	0,50	0,33	0,40	0,07	0,24	„ цветения	0,14	0,20	0,31	0,47	0,48

Из сопоставленных цифр видно, что только в стадии цветения близкие степени повреждения (25%, 33%, 50%) дают меньший коэффициент вредоносности в условиях Ленинграда сравнительно с данными для Киева, во всех остальных случаях коэффициент вредоносности значительно больше. Интересно также отметить, что в наших опытах на стадии цветения коэффициент закономерно повышается с увеличением степени обрезки, в опытах же С. Теличко и Е. Сириченко, наоборот, наиболее вредоносными для общего веса растения в этой стадии оказались меньшие степени обрезки (ср. также в табл. 3, коэффициент вредоносности для колосьев при 50%, 75% и 100%).

Качество зерна также значительно меньше пострадало от обрезки в условиях Киева сравнительно с результатами опытов в Ленинграде.

Мы не можем сопоставить результаты опытов В. Шевченко с нашими данными для выяснения влияния географических условий

на оперирование, потому что В. Шевченко взяты другие культуры. Можно только сопоставить опыты В. Шевченко и данные С. Теличко по линии действия степени обрезки на разные культуры.

Выше мы отмечали, что овес значительно больше страдал от оперирования, чем озимая пшеница.

Если сравнить результаты опытов для этих двух культур в Белой Церкви с данными опытов по яровой пшенице в Киеве, то увидим, что яровая пшеница по повреждаемости (повреждаемость в смысле вреда, наносимого искусственным повреждением части листовой поверхности) ближе к озимой пшенице.

Коэффициент вредоносности для колосьев яровой пшеницы (кошвенно зерна) на стадии кушения даже ниже, чем для зерна у озимой пшеницы.

Оговоримся еще раз, что данные Киева по яровой пшенице вызывают сомнения и их следовало бы проверить.

SUMMARY.

Experiments on the effect of mechanical reduction of leaf surface have been set after one and the same plan in a geographical aspect.

Besides the data on experiments conducted in Leningrad the present issue contains the results of experiments in the Ukrainian Soviet Socialist Republic — in Belaya Tserkov (V. Shevtchenko — author) and in Kiev (S. Telitchko and E. Siriatchenko — authors). In Belaya Tserkov the experiments have been carried out upon two crops — winter wheat and oats.

The principal conclusion are as follows:

1) An artificial reduction of leaf area during the earlier stages (tufting, tubing) tells on the general development of plants and retards their development phases up to two weeks.

2) Under artificial reduction of leaf area the formation of the productive organs is more depressed than that of the vegetative parts of the plant.

3) The yield of grain in oats operated during the stages of tufting and tubing decreases a great deal more than in winter wheat. At latter stages of recision (laring stage) only the complete removal of the leaf blade reduces the weight of grain of an oat plot more markedly than in winter wheat (71,8% and 54,9% when compared to check).

4) The quality of grain (weight of 1000 grains) also decreases in oats much more than in winter wheat at every stage of development and after recision of every size.

5) The coefficient of injuriousness (reduction of yield in % to a unit of leaf area removed, i. e. to 1% recision), excellently illustrates the dependence of yield upon size of recision at various development stages of plants.

6) The removal of leaves from different strata in oats has proved that in the flowering and even in the lacteous stages the leaves of the lower strata are still of great importance for the qualitative and quantitative production of grain. Apparently their participation in accumulating and transmitting assimilated stuff at these stages is still con-

siderable. So, for instance, after removing the oldest and lowest leaves (three upper ones excepting) at either stage 1000 grains have decreased in weights 17%—20%.

In Kiev the experiments have been conducted upon spring wheat, the breed in Leningrad being taken for the purpose.

The principal conclusions are as follows:

1) Under conditions existing in Kiev, spring wheat displays a much feeblér reaction than in Leningrad to stimulating energy even at such an early stage as the two leaves phase. Thus, for example, the coefficient of injuriousness in relation to the total weight of the plant, recision amounting to 50%, has been in the former instance but 0,50, whereas in the latter 1,26.

2) Apparently, under conditions existing in Kiev, spring wheat has had a greater capacity of compensating the deficient assimilating surface of leaves by intensifying the activity of leaf blade parts remaining after operation, as well as by stimulating the assimilation energy of the leaf sheaths (see Eidelman's article in the present issue).

3) The effect of recision is still poorer in the stalking and flowering stages. So, for instance, when recision amounts to 100%, the coefficient of injuriousness in relation to the total weight of the plants equals 0,28 (stalking stage) and 0,24 (flowering stage) for Kiev and respectively 0,69 and 0,48 for Leningrad.

4) Under conditions existing in Kiev, the production of grain is also more depressed by recision than the formation of the vegetative parts of the plant, but the quality of grain has changed a great deal less than in the experiments in Leningrad. Thus, for example, at the stage of two leaves in the Kiev tests only a recision of 100% has caused a considerable reduction of 1000 grains in weight (47%), whereas in the Leningrad experiments a considerable reduction has been obtained at recisions amounting to 25% and 50% (13% and 30%).

О. А. Щеглова и Е. В. Чернышева.

Влияние механического уменьшения листовой площади на развитие растений, накопление сухой массы и урожай зерна у яровой пшеницы и ячменя.

(С 13 рис.).

O. A. Stcheglova und E. W. Tchernysheva.

Studien über den Einfluss der mechanischen Verminderung der Blattfläche auf die Entwicklung der Pflanze, auf den Zuwachs der trockenen Masse und auf die Körnernte bei Sommerweizen und Gerste.

(Mit 13 Abb.).

В природных условиях чаще всего встречаются пятнистые поражения листьев, вызываемые грызущими насекомыми, растительными паразитами и ожогами. Отсюда явилась мысль изучать влияние уменьшения листовой площади на развитие растений, имитируя пятнистые поражения листьев путем вырезывания в пластинках отверстий разного диаметра.

Данная работа имела целью определить физиологические последствия механического уменьшения ассимилирующей листовой площади, достигаемого вырезыванием на листовых пластинках круглых отверстий разного диаметра. Подобные отверстия, вследствие перерезывания продольных жилок листа, должны были оказывать, помимо простого уменьшения ассимилирующей площади, влияние также на транспорт воды и ассимилятов. Кроме того, при варьировании диаметра отверстий, изменялась и общая величина периметра нанесенной раны, что также могло оказать существенное влияние на жизнедеятельность листьев и в особенности на их водный баланс и газовый обмен. Описываемые ниже опыты длились 2 года, с 1929 по 1930 г., и были сделаны в лаборатории Отдела Физиологии Растений Ботанического Института Академии Наук под руководством проф. В. Н. Любименко, которому и приносим благодарность за ценные советы и указания.

Постановка опытов 1929 года с яровой пшеницей.

По плану работы первоначально намечалось уменьшать площадь листовых пластинок на 10, 20, 30, 50 и 75%. Для быстрого вырезывания отверстий нами был сконструирован особый штамп в виде

щипцов, которыми захватывался лист, и отверстия вырезывались простым нажимом. В нашем употреблении было 3 типа щипцов, дававших отверстия 5 мм., 2,5 мм. и 1,25 мм. в диаметре. Предварительно были составлены справочные таблицы, при помощи которых можно было рассчитать, сколько нужно сделать отверстий на 1 см. длины листа при различной его ширине, чтобы удалить заранее заданный процент листовой площади при указанном выше диаметре отверстий.

Опыт показал, что при наиболее частом продырявливании щипцами с самым малым диаметром отверстий нет возможности удалить более 30% площади без разрывов и окончательной порчи листа. Поэтому плановое задание пришлось изменить и удалять 5, 10, 20 и 30% листовой площади.

Так как на ранних стадиях развития листья были слишком узки для вырезывания отверстий в 5 мм. в диаметре, то пришлось поставить две серии опытов: I серия — более молодых растений, у которых вырезывание производилось щипцами с малыми и средними отверстиями, II серия — у которой операция вырезывания начиналась позже, но вырезывались отверстия всех трех диаметров.

Предварительно пророщенные семена пшеницы *Triticum vulgare* var *lutescens* были высажены по одному в обыкновенные цветочные горшки, которые вкапывались до края в землю на грядах опытного участка Отдела Физиологии Растений Ботанического Института Академии Наук. Всего выращивалось 105 растений, 40 растений для первой серии, 60 для второй и 5 контрольных.

Опытные растения были разделены на группы по 20 штук в каждой, причем у каждой группы вырезывались отверстия одного и того же диаметра, но число отверстий варьировало так, что у 5 растений удалялось 5% листовой площади, у 5 других — 10%, еще у 5 — 20%, и, наконец, у последней из пяти 30% листовой площади у всех листьев по мере их появления. Вырезывание отверстий на отдельных листьях производилось только после развертывания пластинки. Операция штампования совершалась после 5 часов вечера, чтобы не вызвать быстрого засыхания листьев.

Посев растений был произведен 3 июня. Штампование листьев у I серии растений начато было через 23 дня после посева; к этому времени растения достигли 8—9 см. в высоту, имели в среднем 9 листьев и два добавочных стебля, около 4 см. длины. Штампование II серии растений началось через 35 дней после посева, примерно за неделю до колошения; к этому времени растения достигли 30 см. в высоту и имели в среднем по 16 листьев. Опыт был закончен через 92 дня после посева, по окончании созревания зерна.

Во время полного цветения было сделано определение энергии газового обмена фотосинтеза и дыхания у листьев оперированных и контрольных растений. Наконец, во все время развития растений производились измерения прироста в высоту, вначале через каждые 5, затем через 10 дней.

Результаты опытов.

У растений I серии оперированные листья оставались зелеными и жизнеспособными только при удалении 5 и 10% площади; при удалении 20% малыми отверстиями наблюдалось засыхание большого числа листьев, а средними — пожелтение.

При удалении 30% площади, когда при малом диаметре приходилось делать до 200 отверстий на одном листе, оперированные листья на 3-й день засыхали; при среднем же диаметре отверстий листья сильно желтели и засыхали не все. Весьма характерно при этом то обстоятельство, что увеличение общей длины периметра раны при употреблении малых отверстий оказывает весьма сильное действие. Фактически можно считать, что при удалении 20 и 30% площади малыми отверстиями все оперированные листья выводились из строя приблизительно через 3 дня; при удалении той же доли площади, но



Рис. 1. Опытные растения пшеницы, продырявленные малыми отверстиями.

отверстиями среднего диаметра, листья также выводились из строя, но через более продолжительное время.

Что касается растений II серии, то у них наблюдалось аналогичное явление отмирания листьев при 20 и 30% удаленной площади, но в значительно более слабой степени. На прилагаемых рисунках растений II серии видно, что перед уборкой при удалении 20 и 30% площади малыми отверстиями все листья засыхают; при средних отверстиях эффект тот же для 30% удаленной листовой площади, тогда как для 20% некоторое число листьев сохраняется; наконец, при крупных отверстиях почти все листья сохраняются. На рис. 1 изображены растения, продырявленные мелкими отверстиями; рис. 2 изображает оперированные растения средними отверстиями, рис. 3—опе-



Рис. 3. Опытные растения пшеницы, продырявленные крупными отверстиями.



Рис. 2. Опытные растения пшеницы, продырявленные средними отверстиями.

рированные растения крупными отверстиями. На всех рисунках изображены контрольные растения и растения в 5, 10, 20 и 30% удаленной листовой площади.

Из этих данных видно, что при удалении 20 и 30% листовой площади малыми и средними отверстиями эффект усиливался тем, что оперированные листья сравнительно быстро отмирали и в распоряжении растения для фотосинтетической работы оставались только влагалища листьев и небольшие листочки боковых побегов.

Влияние диаметра отверстий весьма ясно сказалось прежде всего на росте растений в высоту и энергии кущения.

В нижеследующей таблице приведен средний прирост в высоту главного стебля за 5-дневный промежуток в см.

Таблица 1

Величина удаленной листовой площади в %	Малые отверстия		Средние отверстия	
	в см.	в %	в см.	в %
0	8,2	100,0	8,2	100,0
5	7,6	92,6	8,7	106,1
10	8,3	101,2	8,1	98,8
20	7,5	91,5	7,9	96,3
30	7,3	89,2	7,5	91,5

Из этих цифр видно, что средние отверстия менее подавляли прирост растений в высоту при одной и той же величине удаленной листовой площади, причем наиболее резкое падение прироста приходится на 20 и 30% удаленной площади при малых отверстиях.

Энергия кущения.

В таблице 2 приводим данные об энергии кущения, выраженной в числе стеблей на одно растение.

Из этих цифр видно, что энергия кущения падает неравномерно с увеличением удаляемой площади листьев.

У растений I серии это падение идет наиболее равномерно при малых отверстиях, хотя и здесь наблюдается некоторый подъем при переходе от 5% к 10% удаляемой площади. При средних отверстиях наблюдается в общем такая же картина, хотя падение выражено в меньшей степени. Что касается растений II серии, то у них наблюдается увеличение энергии кущения, за исключением одной комбинации малых отверстий с 30% удаленной листовой площади.

Отсюда мы можем сделать вывод, что поранение листьев вызыванием в них отверстий на стадии, близкой к цветению, вызывает как бы взрыв вегетативного роста и способствует кущению. Увели-

Таблица 2

Энергия кущения

С е р и я	% удаленной листовой площади	Малые отверстия		Средние отверстия		Крупные отверстия	
		в см.	в %	в см.	в %	в см.	в %
I серия (вырезывание отверстий через 23 дня после посева)	0	2,6	100,0	2,6	100,0	2,6	100,0
	5	2,2	84,6	2,2	84,6	—	—
	10	2,4	92,3	2,6	100,0	—	—
	20	2,2	84,6	2,4	92,3	—	—
	30	2,0	76,9	2,8	107,7	—	—
II серия (вырезывание отверстий через 35 дн. после посева)	0	2,6	100,0	2,6	100,0	2,6	100,0
	5	2,6	100,0	3,0	115,4	3,2	123,0
	10	3,4	130,8	3,5	134,6	2,8	107,7
	20	2,8	107,7	2,8	107,7	3,2	123,0
	30	2,2	84,6	2,8	107,7	3,4	130,8

чение энергии кущения в данном случае легко объяснить задержкой роста главного стебля и специфическим действием механического поранения.

Накопление сухого вещества.

В таблице 3 приводим данные о накоплении сухого вещества и распределении его по разным органам. Цифры показывают средний вес всего растения, корней, стеблей, листьев и колосьев—у одного растения при удалении 5, 10, 20 и 30% листовой площади отверстиями разного диаметра.

Для большего удобства обзора приведенных в таблице величин прилагаем здесь кривые среднего сухого веса одного растения.

Из таблицы 3 и кривых рисунка 4 видно, что при вырезании малых отверстий сухой вес всего растения, как и вес отдельных органов, понижается у I серии растений по сравнению с весом контрольных; но понижение это идет не параллельно уменьшению листовой площади: у оперированных растений наименьшая потеря в весе наблюдается не при 5, а при 10% удаленной листовой площади. Аналогичную картину наблюдаем и при вырезывании средних отверстий с той, однако, существенной разницей, что при удалении 10% листовой площади вес одного растения, а также и вес отдельных органов, здесь становится больше веса контрольного.

Таблица 3
Накопление сухого вещества и его распределение¹

Орган растения	Контрольные				Малые отверстия				Средние отверстия				Крупные отверстия			
	%				удаленной				лиственной				площади			
0	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30	5	10	20	30
I серия растений																
Корень	0,45	0,36	0,51	0,39	0,38	0,49	1,80	0,40	0,39	—	—	—	—	—	—	—
Стебель	100,0	80,0	111,3	86,6	84,4	108,9	400,0	88,9	86,6	—	—	—	—	—	—	—
Листья и влагалища	1,17	0,43	1,05	0,76	0,75	1,21	1,55	0,89	0,82	—	—	—	—	—	—	—
Колос	100,0	36,7	89,8	64,9	64,1	103,4	132,5	76,1	70,1	—	—	—	—	—	—	—
Все растение	0,86	0,92	0,92	0,80	0,72	0,75	1,04	0,81	0,71	—	—	—	—	—	—	—
Корень	100,0	107,0	107,0	93,0	83,7	87,2	120,9	94,2	82,5	—	—	—	—	—	—	—
Стебель	2,71	1,54	1,93	1,20	1,10	1,60	2,04	1,61	1,29	—	—	—	—	—	—	—
Листья и влагалища	100,0	57,0	71,2	44,3	40,6	59,1	75,2	59,4	47,6	—	—	—	—	—	—	—
Колос	5,19	3,25	4,41	3,15	2,95	4,05	6,43	3,71	3,21	—	—	—	—	—	—	—
Все растение	100,0	62,7	85,1	60,7	56,9	78,1	124,0	71,5	61,8	—	—	—	—	—	—	—
II серия растений																
Корень	0,45	0,35	0,58	0,42	0,37	0,55	0,57	0,30	0,27	—	—	—	—	—	—	—
Стебель	100,0	77,7	128,9	93,4	82,3	122,1	126,6	66,7	60,0	—	—	—	—	—	—	—
Листья и влагалища	1,17	0,83	1,22	1,27	0,85	1,35	1,23	0,96	0,77	—	—	—	—	—	—	—
Колос	100,0	70,9	104,2	108,5	72,6	115,3	105,2	82,0	65,8	—	—	—	—	—	—	—
Все растение	0,86	0,80	0,86	1,00	0,84	0,93	0,89	0,76	0,63	—	—	—	—	—	—	—
Корень	100,0	93,0	100,0	116,2	97,6	108,0	103,5	88,3	73,2	—	—	—	—	—	—	—
Стебель	2,71	1,70	2,11	2,13	1,47	2,89	2,52	1,74	1,31	—	—	—	—	—	—	—
Листья и влагалища	100,0	62,8	77,9	78,6	54,3	106,5	93,0	64,2	48,3	—	—	—	—	—	—	—
Колос	5,19	3,68	4,77	4,82	3,53	5,72	5,21	3,76	2,98	—	—	—	—	—	—	—
Все растение	100,0	70,9	91,9	92,8	68,0	110,2	100,4	72,4	57,4	—	—	—	—	—	—	—

¹ Верхняя цифра каждого ряда показывает абсолютный вес (в граммах), нижняя — в процентах.

Таковую же картину неравномерного падения продукции сухого вещества мы наблюдаем и у растений II серии. Как видно из таблицы и рисунка кривых, при вырезании малых отверстий оперированные растения дают меньшее количество сухой массы, чем контрольные, но наименьшая потеря сухого веса наблюдается при удалении не 5%, а 10 и 20% листовой площади. При вырезании средних отверстий удаление 5% и 10% листовой площади вызывает даже некоторое увеличение веса по сравнению с контрольными растениями. Наконец, при вырезывании крупных отверстий падение веса наблюдается только при удалении 10 и 20% листовой площади; при удалении же 5 и 30% площади вес растений выше веса контрольных.

Если теперь сопоставим средний сухой вес одного растения, полученный при одной и той же величине удаленной листовой площади,

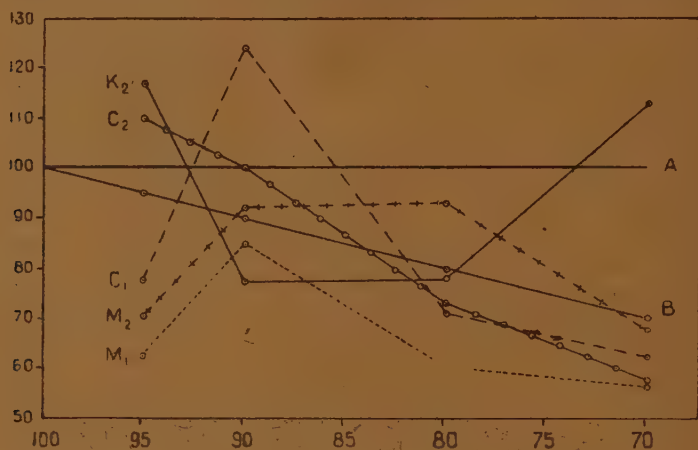


Рис. 4. Средний сухой вес одного растения пшеницы с продырявленными листьями, выраженный в процентах от веса контрольного растения. На оси абсцисс отмечена в процентах площадь листьев, оставшаяся после продырявливания их. Ординаты представляют вес в процентах. Горизонтальная линия A обозначает вес контрольного растения, принятый за 100. Линия B представляет условное уменьшение веса пропорционально уменьшению листовой площади. Остальные линии обозначают вес одного растения с листьями, продырявленными: M_1 и M_2 — малыми отверстиями, C_1 и C_2 средними и K_2 — крупными отверстиями I и II серии.

но при разном диаметре отверстий, то влияние этого диаметра тотчас же обнаруживается. Так, у оперированных растений I серии мы видим, что во всех случаях вес растений с отверстиями среднего диаметра больше, чем растений с отверстиями малого диаметра. У растений II серии это соотношение сохраняется только для растений, у которых удалено 5 и 10% листовой площади малыми и средними отверстиями; что же касается растений с 20 и 30% удаленной листовой площадью, то здесь наблюдается обратная картина, а именно, сухой вес всего растения при вырезании средними отверстиями становится меньше сухого веса растений при удалении одного и того же процента листовой площади, но малыми отверстиями.

У растений II серии при вырезании 5 и 10% листовой площади крупными отверстиями вес одного растения превышает сухой вес контрольного. При удалении же 10% и 20% листовой площади крупными отверстиями сухой вес растения, наоборот, падает по сравнению с контролем и даже с растениями, оперированными малыми отверстиями.

Урожай зерна.

В таблице 4 (стр. 82) приведены данные о числе, общем весе зерен на одно растение и среднем весе одного зерна.

Из цифр этой таблицы видно, что у растений I серии число зерен, общий вес их и вес одного зерна значительно уменьшается при

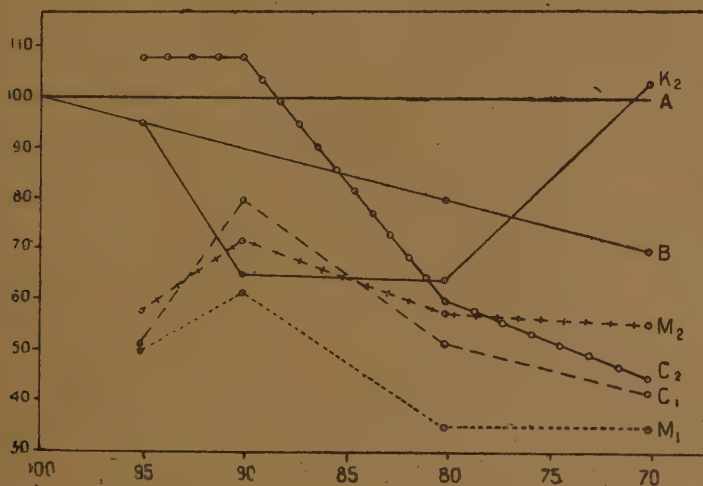


Рис. 5. Средний сухой вес зерен у одного растения пшеницы с продырявленными листьями, выраженный в процентах от веса контрольных. На оси абсцисс отмечена в процентах площадь, оставшаяся после продырявливания их. Ординаты представляют вес в процентах. Горизонтальная линия A обозначает вес зерен контрольного растения, принятый за 100. Линия B представляет условное уменьшение веса пропорционально уменьшению листовой площади. Остальные линии обозначают действительный вес зерен у одного растения с листьями, продырявленными: M_1 и M_2 — малыми отверстиями I и II серий, C_1 и C_2 — средними и K_2 — крупными отверстиями I и II серий.

уменьшении листовой площади малыми и средними отверстиями, причем и здесь эффект усиливается с уменьшением диаметра отверстий. Уменьшение урожая зерна, как и понижение его качества, идет, однако, не пропорционально уменьшению листовой площади. Прежде всего выделяется наименьшей потерей урожая та группа растений, у которых было удалено 10% листовой площади (см. также кривые рис. 5 сухого веса зерна).

Таблица 4

Число и общий вес зерен на одно растение и средний вес одного зерна.

Серия	Величина уклад. листово- площадки в %	Малые отверстия						Средние отверстия						Крупные отверстия					
		Число зерен		Вес общий		Вес 1 зерна		Число зерен		Вес общий		Вес 1 зерна		Число зерен		Вес общий		Вес 1 зерна	
		абс.	в %	в гр.	в %	в мг.	в %	абс.	в %	в гр.	в %	в мг.	в %	абс.	в %	в гр.	в %	в мг.	в %
I серия	0	57	100	2,1	100	38	100	57	100	2,1	100	38	100	—	—	—	—	—	—
	5	36	63	1,1	50	29	76	36	63	1,1	51	30	79	—	—	—	—	—	—
	10	41,7	73	1,3	62	31	82	52,7	92	1,7	80	32	84	—	—	—	—	—	—
	20	32,0	56	0,7	35	23	61	38,0	67	1,1	52	29	76	—	—	—	—	—	—
	30	30,0	53	0,7	35	25	66	33,0	58	0,9	42	27	71	—	—	—	—	—	—
II серия	0	57	100	2,1	100	38	100	57	100	2,1	100	38	100	57	100	2,1	100	38	100
	5	38,3	67	1,2	58	32	84	58,6	103	2,3	108	39	103	48,3	85	1,9	90	39	103
	10	45,3	80	1,5	72	34	89	71,0	125	2,3	108	33	87	46,0	81	1,4	65	30	79
	20	48,3	85	1,2	58	32	84	44,6	78	1,3	60	29	76	41,3	72	1,4	64	33	87
	30	36,6	64	1,2	55	32	84	33,8	59	1,0	45	29	76	67,3	118	2,2	103	33	87

У растений II серии при малом диаметре отверстий наименьшая потеря урожая падает также на растения с 10% удаленной листовой площади, при средних же отверстиях здесь наблюдается даже увеличение числа и общего веса зерен по сравнению с контрольными растениями. Что же касается крупных отверстий, то они дают картину, аналогичную с картиной общей продукции сухого массы; наибольшая потеря урожая и здесь падает на растения с 10 и 20% удаленной листовой площади. В общем, как видно из сравнения данных анализа элементов урожая сухой массы всего растения и веса зерна, влияние уменьшения листовой площади путем вырезывания круглых отверстий разного диаметра значительно осложнено вторичными процессами. При рассмотрении рисунков кривых, изображающих колебания сухого веса всего растения и веса зерна, получается впечатление большой пестроты и отсутствия ясной закономерности. Естественно приходит мысль, что пятерное повторение для данного случая недостаточно. Без сомнения было бы лучше, если бы можно было сделать опыт с десятичным повторением; но, к сожалению, операция вырезывания отверстий оказалась настолько трудоемкой и мешкотной, что мы были лишены возможности увеличить число повторений.

Тем не менее, полученные нами данные все же позволяют выявить те осложняющие факторы, которые присоединяются в данном случае к простому удалению некоторой доли ассимилирующей площади листьев.

Прежде всего с достаточной наглядностью обнаруживается тот факт, что потеря в весе зерна у оперированных растений больше, чем потеря в общем приросте растительной массы. Очевидно, репродуктивные органы в своем развитии сильнее реагируют на уменьшение листовой площади, чем органы вегетативные. С физиологической точки зрения этот факт можно объяснить таким образом, что механическое повреждение листьев действует как раздражитель, который нарушает количественное распределение ассимилятов в пользу вегетативных органов. Наличие раздражения здесь обнаруживается, между прочим, и в том, что в некоторых случаях общая продукция растительной массы у оперированных растений становится больше, чем у контрольных, причем это превышение падает, главным образом, на вегетативные органы.

В согласии с этими данными стоят также приведенные выше данные об усилении кущения под влиянием поранения листьев.

Таким образом, с полной уверенностью мы можем вывести заключение; что механическое повреждение листьев физиологически действует как раздражитель, усиливающий развитие вегетативных органов.

Далее, эффект этого раздражения несомненно зависит от периметра нанесенной раны. Из полученных нами данных видно, что при одном и том же диаметре отверстий продукция растительной массы увеличивается, когда увеличивается общий периметр раны; так, сравнивая растения с 5% и 10% удаленной листовой площади одинаковыми отверстиями, мы наблюдаем у последних более высокую продукцию в трех случаях из пяти (см. рис. 4 кривых общей продукции сухого вещества).

Увеличение периметра раны, наряду с положительным эффектом, выражающимся в увеличении продукции растительной массы, вызывает также эффект отрицательный, именно инактивирование ассимили-

рующей ткани вследствие чрезмерной потери воды и подсыхание. Этот отрицательный эффект особенно ясно выступает при удалении 20% и 30% листовой площади мелкими отверстиями, когда оперированные листья через короткое время совсем засыхали.

Таким образом, полученные нами данные являются по существу результатом комбинированного действия двух факторов — раздражения живой ткани и ее подсыхания. Действие обоих этих факторов усиливается вместе с увеличением периметра раны. Но так как раздражение усиливает продукцию растительной массы, а подсыхание ткани уменьшает ее, то в соединении с потерей ассимилирующей площади листьев и получается та сложная картина, в которой влияние последнего фактора затемняется.

Из данных наших опытов видно во всяком случае, что отрицательное влияние подсыхания ткани преобладало при уменьшении листовой площади на 20 и 30% и усиливало отрицательный эффект потери ассимиляционной ткани. Чтобы отдать себе более ясный отчет о действии механического повреждения листьев как раздражителя, мы предприняли учет газового обмена оперированных и контрольных растений на стадии цветения.

Определение энергии фотосинтеза производилось на отрезанных листьях одного и того же яруса и возраста. Кусочки листьев от 6 до 8 кв. см. площадью вводились в плоские пробирки, заключающие воздух с 3—4% CO_2 и замыкающиеся ртутью. Пробирки освещались лампой в 300 ватт на расстоянии 25 см. в течение 15 минут. Температура в пробирках поддерживалась на одной и той же высоте и в разных опытах колебалась от 26 до 28° С. Анализы газа до опыта и после него производились прибором Бонье и Манжена. Каждый опыт ставился так, что освещались одновременно контрольные и продырявленные листья. При вычислении количества поглощенного CO_2 продырявленными листьями принималась во внимание только оставшаяся между отверстиями площадь листа.

В таблице 5 сведены полученные данные для фотосинтеза.

Таблица 5

Количество поглощенного CO_2 в куб. см. на 10 см.² листовой площади в 1 час нормальными и продырявленными листьями

Малые отверстия			Средние отверстия				Крупные отверстия			
% удаленной листовой площади										
0%	5%	10%	0%	5%	10%	20%	0%	5%	20%	30%
0,58	0,37	0,44	0,50	0,46	0,58	0,69	0,68	1,18	1,07	0,76
0,16	0,47	0,65	0,86	0,83	0,91	—	—	—	—	—
0,17	0,41	0,25	0,22	0,46	0,43	0,56	0,16	0,37	0,41	0,45

Из данных этой таблицы видно, что за немногими исключениями энергия фотосинтеза у продырявленных листьев выше, чем у контрольных.

Затем были поставлены опыты для сравнительного определения энергии дыхания у нормальных и продырявленных листьев. Постановка опытов была такая же, как и для фотосинтеза, с той только разницей, что пробирки с отрезанными листьями заключали обыкновенный воздух, замкнутый ртутью, и выдерживались в темноте в течение 2 часов в каждом опыте.

В нижеследующей таблице сведены полученные данные для дыхания.

Таблица 6

Количество CO_2 , выделенного в 1 час нормальными и продырявленными листьями в куб. см. на 1 г. сухого веса

Малые отверстия				Средние отверстия				Крупные отверстия			
% удаленной листовой площади											
0%	5%	10%	20%	0%	5%	10%	20%	0%	5%	20%	30%
4,70	4,63	3,32	3,48	2,86	—	2,61	2,30	4,36	3,88	2,73	2,19
4,42	3,00	3,18	—	4,42	2,95	3,69	—	4,74	—	4,81	4,84
6,65	4,97	4,76	—	5,95	5,05	6,31	6,19	—	—	—	—

Цифры этой таблицы показывают, что энергия дыхания у продырявленных листьев в общем слабее чем у нормальных, причем падение энергии дыхания иногда идет параллельно с увеличением процента удаленной площади. Факт этот стоит в противоречии с установившимся в физиологии представлением, что механическое поранение живой ткани вызывает усиление энергии дыхания.

Так как опыты с газовым обменом пришлось поставить в конце августа, когда новый материал нельзя было вырастить, то было решено продолжить начатую работу в следующем году. К этому побуждает необходимость проанализировать более полно также и влияние продырявливания листьев на рост и развитие растений, так как этот способ уменьшения листовой площади по своему эффекту обнаружил некоторые отличия от обычного отрезывания продольных кусков листьев.

Методика постановки опытов 1930 года с ячменем.

В качестве опытного растения в 1930 г. был взят ячмень, сорт Червонец, листья которого более удобны для операции продырявливания вследствие своей большей ширины и механической прочности по сравнению с листьями пшеницы.

Продырявливание листьев производилось теми же щипчиками, как и в 1924 г., но в методику мы внесли изменения, а именно: на этот раз вырезывались отверстия только двух диаметров: в 1,25 мм. и 2,5 мм.; кроме того, мы удаляли только 5, 10 и 15%, так как более высокий процент удаляемой площади вызывал по данным 1929 г. довольно быстрое подсыхание листьев.

Наконец, по плану работы намечено было проследить также влияние площади питания растений путем вариации густоты посева.

Опытные растения выращивались в цветочных горшках и вегетационных сосудах при двух степенях густоты посева, а именно — одно и три растения на сосуд. Тщательно отобранные семена были посажены в сосуды 19 июня; 22 июня появились всходы. Для каждой степени удаляемой листовой площади было взято по 5 растений.

Продырявливание производилось на двух стадиях развития растений. I серия опытов была поставлена с растениями, где густота посева была 1 и 3 растения на сосуд. Продырявливание листьев у этой серии растений было сделано 9 июля на стадии кущения. К этому времени растения достигли в высоту 8—9 см., имели в среднем 4—5 стеблей и 12—13 листьев. II серия опытов была произведена с растениями только одной густоты посева, именно при 3 растениях на сосуд. Продырявливание растений этой серии производилось на стадии колошения (25 июля). Растения к этому времени достигли в среднем 29 см. высоты и имели 17 листьев. Операция продырявливания производилась в вечерние часы (после 5 часов вечера), чтобы не вызвать быстрого засыхания листьев.

На стадии колошения и цветения был поставлен ряд опытов для изучения газового обмена фотосинтеза и дыхания у оперированных и контрольных растений.

К моменту созревания зерна опыты были закончены и 4 сентября произведена уборка растений.

Результаты опытов.

У всех растений как I так и II серии опытов оперированные листья остаются зелеными, и даже пожелтение нижних листьев наблюдается в меньшей степени, чем у контрольных.

На рисунке 6 изображены растения, оперированные мелкими отверстиями, причем контрольные помещены слева, затем идут с 5, 10 и 15% удаленной листовой площадью, фотография изображает оперированные растения вскоре после нанесения поранения. На рисунке 7 изображены растения первой серии перед уборкой, оперированные малыми отверстиями. Фотография изображает растения с густотой посева по 3 на сосуд. На фотографии 7 контрольные растения помещены справа, затем идут оперированные растения с удалением 5, 10 и 15% листовой площади.

В нижеследующей таблице 7 приведены данные о росте главного стебля в высоту к моменту уборки.

Из цифр этой таблицы видно, что увеличение густоты посева подавляет рост стебля в высоту, как у контрольных, так и оперированных растений. Ясно действует в том же направлении и операция удаления некоторой доли листовой площади, причем в пределах от 5% до 15% увеличение этой доли не оказывает заметного влия-



Рис. 6. Опытные растения ячменя, продырявленные малыми отверстиями (по 1 растению на сосуд).



Рис. 7. Опытные растения ячменя перед уборкой, продырявленные малыми отверстиями (по 3 растения на сосуд).

Таблица 7

Высота главного стебля в см.

Серии	Густота посева	Диаметр отверстия	% удаленной листовой площади			
			0%	5%	10%	15%
I серия	По 1 растению на сосуд . .	1,25	87	81	85	84
		2,50		81	78	80
	По 3 растения на сосуд . . .	1,25	81	68	70	69
		2,5		67	68	68
II серия	По 3 растения на сосуд . . .	1,25	81	72	74	77
		2,5		69	77	75

ния периметра раны: вырезывание малых отверстий, т. е. увеличение этого периметра, как бы способствует в известных пределах росту стебля; поэтому минимальная высота его падает на растения, у которых уменьшение листовой площади достигалось вырезыванием отверстий среднего диаметра.

В нижеследующих таблицах 8 и 9 приводим данные относительно энергии кушения и числа листьев у опытных растений I и II серий.

Таблица 8

Среднее число боковых стеблей у 1 растения

Серии	Густота посева	Диаметр отверстия	% удаленной листовой площади			
			0%	5%	10%	15%
I серия	По 1 растению на сосуд . .	1,25	2,5	7,6	6,0	5,8
		2,50		4,6	5,6	6,2
	По 3 растения на сосуд . . .	1,25	2,8	3,8	4,0	3,1
		2,50		3,3	3,2	2,5
II серия	По 3 растения на сосуд . . .	1,25	2,8	3,6	3,0	3,0
		2,50		4,0	3,0	3,0

Таблица 9

Среднее число листьев у 1 растения

Серии	Густота посева	Диаметр отверстия	% удаленной листовой площади			
			0%	5%	10%	15%
I серия	По 1 растению на сосуд . .	1,25	30,0	40,0	34,0	32,0
		2,50		28,0	29,0	32,0
	По 3 растения на сосуд . . .	1,25	19,0	18,0	20,0	20,0
		2,50		13,1	13,0	9,0
II серия	По 3 растения на сосуд . . .	1,25	19,0	17,0	17,0	17,0
		2,50		21,0	20,0	18,0

Из этих цифр видно, что увеличение густоты посева подавляет кушение одинаково у контрольных и оперированных растений. Энергия кушения у оперированных растений I и II серий при вырезывании как средних, так и малых отверстий, за немногими исключениями возрастает сравнительно с контрольными. Процент удаляемой листовой площади не оказывает заметного влияния; напротив, увеличение периметра раны стимулирует кушение и максимум его получается у растений с мелкими отверстиями на листьях.

Что касается развития листьев, то оно подчиняется в общем такой же закономерности. Совершенно ясно и здесь выступает отрицательное влияние увеличения густоты посева. Число листьев у оперированных растений, правда, не часто превосходит их число у контрольных растений, но все же максимум падает на растения оперированные мелкими отверстиями.

Суммируя все вышеизложенное, можно сделать вывод, что поражение действует как фактор, возбуждающий вегетативный рост, причем имеет значение величина периметра раны при удалении листовой площади: с увеличением периметра возрастает энергия кушения и увеличивается число листьев, нередко превосходя соответствующие величины у контрольных растений.

Накопление сухого вещества.

В нижеследующей таблице 10 приведены данные о накоплении сухого вещества и распределении его по разным органам.

Из таблицы 10 и прилагаемых кривых (рис. 8) видно, что у одиночных растений I серии при поранении листьев средними отверстиями наблюдается снижение сухой массы как у всего растения, так и отдельно у всех органов по сравнению с контрольными, за исключе-

нием листьев при удалении 5% листовой площади и корней при удалении 15%. Снижение сухого веса всего растения идет параллельно уменьшаемой площади, но оно меньше, чем уменьшение листовой площади (см. рис. кривых).

У растений с листьями, продырявленными малыми отверстиями, снижение сухой массы, по сравнению с контрольными, наблюдается только при удалении 15% листовой площади; при уменьшении 5 и 10% листовой площади сухой вес становится больше контрольного.

При более густом посеве поранение растений I серии средними отверстиями вызывает уменьшение прироста сухой массы, по сравне-

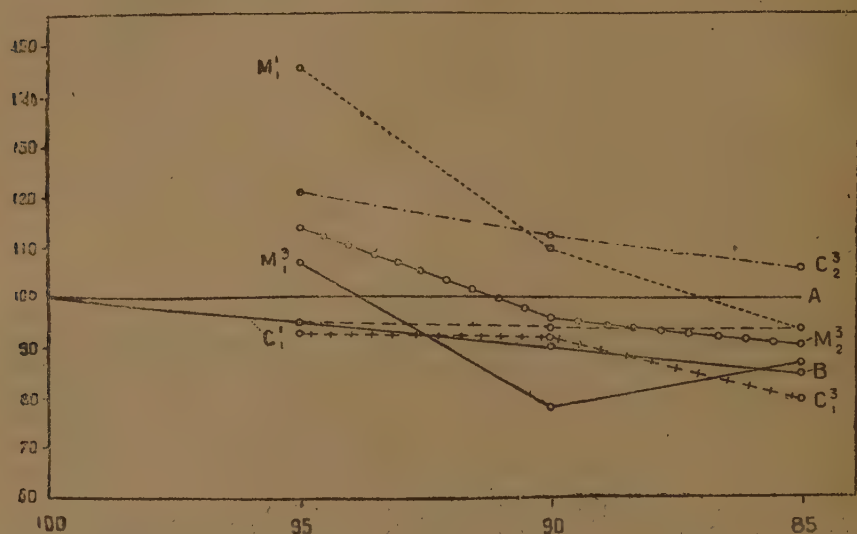


Рис. 8. Средний сухой вес одного растения ячменя с продырявленными листьями, выраженный в процентах от веса контрольного. На оси абсцисс отмечена в процентах площадь листьев, оставшаяся после продырявливания их. Ординаты представляют вес в процентах. Горизонтальная линия А обозначает вес контрольного растения, принятый за 100. Линия В представляет условное уменьшение веса пропорционально уменьшению листовой площади. Остальные линии обозначают вес одного растения с листьями, продырявленными: M^1_1 — малыми отверстиями I серии (1 растение на сосуд) M^3_1 — малыми отверстиями I серии (3 растения на сосуд), M^3_2 — малыми отверстиями II серии (3 растения на сосуд), C^1_1 и C^3_1 — средними отверстиями I серии (по 1 и 3 растения на сосуд), C^3_2 — средними отверстиями II серии (по 3 растения на сосуд).

нию с контрольными, как у всего растения, так и отдельно у всех органов. Это уменьшение веса идет параллельно проценту удаляемой площади.

Что касается растений той же серии с листьями, продырявленными малыми отверстиями, то у них наблюдается такое же снижение за исключением веса всего растения и веса колосьев при 5% удаленной листовой площади, где вес опытных растений больше контрольных (см. кривые рис. 8).

Наконец, у растений II серии при поранении средними отверстиями наблюдается увеличение сухой массы у всех оперированных экземпляров по сравнению с контрольными.

Таблица 10
Сухой вес у опытных растений I серии

Густота посева		Орган растения	Контроль- ные	Средние отверстия						Малые отверстия					
				% удаленной листовой площади											
				5%		10%		15%		5%		10%		15%	
				в г.	в %	в г.	в %	в г.	в %	в г.	в %	в г.	в %	в г.	в %
По 1 растению на сосуд	Корень	1,99	100	1,31	65,8	1,64	82,4	2,26	113,5	2,84	142,7	1,94	97,4	1,62	81,4
	Стебель	3,55	100	3,06	86,2	3,10	87,3	3,04	85,6	4,43	124,8	3,72	104,8	3,08	86,8
	Влаг. и листья	2,06	100	2,43	118	1,92	93,2	1,86	90,3	3,19	154,8	2,38	115,8	2,22	107,7
	Колосья	5,83	100	5,92	101,5	5,94	101,8	5,39	92,4	9,19	157,6	6,76	115,9	5,52	94,7
	Все растения	13,43	100	12,72	94,7	12,60	93,8	12,55	93,4	19,65	146,3	14,80	110,2	12,44	92,6
По 3 растения на сосуд	Корень	1,01	100	0,76	75,2	0,72	71,2	0,73	72,3	0,92	91,1	0,77	76,2	0,88	87,1
	Стебель	1,76	100	1,60	90,9	1,64	93,2	1,39	78,9	1,67	94,9	1,31	74,4	1,31	74,4
	Влагал. и листья	1,19	100	1,08	90,8	1,02	85,7	0,76	63,8	1,15	96,6	0,97	81,5	1,11	93,3
	Колосья	2,88	100	2,97	103,1	2,90	100,7	2,59	89,9	3,61	128,8	2,29	79,5	2,69	93,4
	Все растения	6,84	100	6,41	93,7	6,28	91,8	5,47	79,7	7,35	107,4	5,35	78,2	2,96	87,1
Сухой вес у опытных растений II серии															
По 3 растения на сосуд	Корень	1,01	100	1,41	139,6	1,31	129,7	1,32	130,7	0,93	92,1	0,97	96,1	0,89	88,1
	Стебель	1,76	100	1,71	97,2	1,54	87,5	1,57	89,2	1,76	100	1,44	81,8	1,55	88,1
	Влагал. и листья	1,19	100	1,48	124,3	1,32	110,9	1,17	98,3	1,15	96,6	1,18	99,1	1,24	104,2
	Колосья	2,88	100	3,68	127,8	3,46	120,1	3,19	110,7	3,34	115,9	2,97	103,1	2,57	89,2
	Все растения	6,84	100	8,28	121,1	7,63	111,5	7,25	106,0	7,18	104,9	6,65	95,9	6,24	91,4

Таблица II
Данные о накоплении сухой массы

Отверстия	Вес всего растения			Вес стеблей			Вес колосьев			Вес корней			Вес листьев		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
А. I серия растений (по 1 на сосуд)															
Малые . .	146,3	110,2	92,6	124,8	104,8	86,8	157,6	115,9	94,7	142,7	97,4	81,4	154,8	115,8	107,7
Средние . .	94,7	93,8	93,4	86,2	87,3	85,6	101,5	101,8	92,4	65,8	82,4	113,5	118,0	93,2	90,3
Б. I серия растений (по 3 на сосуд)															
Малые . .	107,4	78,2	87,1	94,9	74,4	74,4	128,8	79,5	93,4	91,1	76,2	87,1	96,7	81,5	92,4
Средние . .	93,7	91,8	79,7	90,9	93,2	78,2	193,1	100,7	89,9	75,2	71,2	72,3	90,7	85,7	63,8
В. II серия растений (по 3 на сосуд)															
Малые . .	104,9	95,9	91,4	100	81,8	88,1	115,9	103,1	89,2	92,1	96,1	88,1	96,6	99,1	104,2
Средние . .	121,1	115,5	106,0	97,2	87,5	89,2	127,8	121,1	110,7	139,6	129,7	130,7	124,3	110,9	98,3

У растений с листьями, продырявленными малыми отверстиями, такое повышение наблюдается при 5% удаленной листовой площади у веса всего растения и веса листьев; во всех остальных случаях происходит снижение сухого веса по сравнению с контрольными.

В нижеследующих таблицах приводятся сравнительные данные о накоплении сухой массы при одном и том же проценте удаляемой площади, но при разной величине периметра и при разной густоте посева. Для удобства сравнения данные приведены в процентах от контрольных.

Из таблицы 11(А) видно, что общая длина периметра поранения оказывает существенное влияние на накопление сухой массы: при 5 и 10% удаленной листовой площади больший прирост сухого вещества наблюдается у растений, продырявленных малыми отверстиями, при 15% эта разница сглаживается.

Таблица 12
Сравнительные данные о накоплении сухого вещества

С е р и и	Малые отверстия			Средние отверстия		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Вес всего растения						
I серия	107,4	78,2	87,1	93,3	91,8	79,7
II серия	104,9	95,9	91,4	121,1	111,5	106,0
Вес колосьев						
I серия	128,8	79,5	93,4	103,1	100,7	89,9
II серия	115,9	103,1	89,2	127,8	121,1	110,7
Вес листьев						
I серия	96,7	81,5	92,4	90,7	85,7	63,8
II серия	96,6	99,1	104,2	124,3	110,9	98,3
Вес стеблей						
I серия	94,9	74,4	74,4	90,9	93,2	78,9
II серия	100,0	81,8	88,1	97,2	87,5	89,2
Вес корней						
I серия	91,9	76,2	87,1	75,2	71,2	72,3
II серия	92,1	96,1	88,1	133,6	129,7	130,7

При сравнении одного и того же процента удаленной листовой площади у растений более густого посева (табл. 11, Б) наблюдается аналогичная картина, когда удаляется 5 и 15% листовой площади. Исключение составляют только растения, у которых было удалено 10% листовой площади; здесь перевес продукции сухого вещества наблюдается у экземпляров с средними отверстиями на листьях.

В таблице 11В приведены данные о накоплении сухого вещества у растений II серии, где продырявливание производилось на более поздней стадии развития (стадия колошения). Здесь повышение продукции наблюдается, наоборот, при уменьшении длины периметра (средние отверстия), причем отрицательное влияние величины удаляемой листовой площади также ясно обнаруживается; у оперированных растений максимальная продукция сухого вещества падает на растения с 5% удаленной листовой площади.

Таблица 13
Влияние густоты посева

Густота посева	Малые отверстия			Средние отверстия		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Вес всего растения						
По 1 раст. на сосуд . . .	146,3	110,2	92,6	94,7	93,8	93,4
По 3 раст. на сосуд . . .	107,4	78,2	87,1	93,7	91,8	79,7
Вес колосьев						
По 1 раст. на сосуд . . .	157,6	115,9	94,7	101,5	101,8	92,4
По 3 раст. на сосуд . . .	128,8	79,5	93,4	103,1	100,7	89,9
Вес листьев						
По 1 раст. на сосуд . . .	154,8	115,8	107,7	118,0	93,2	90,3
По 3 раст. на сосуд . . .	96,7	81,5	92,4	90,7	85,7	63,8
Вес стеблей						
По 1 раст. на сосуд . . .	124,0	104,8	86,8	94,9	74,4	74,4
По 3 раст. на сосуд . . .	86,2	87,3	85,6	90,9	93,2	78,9
Вес корней						
По 1 раст. на сосуд . . .	142,7	97,4	81,4	65,8	82,4	113,5
По 3 раст. на сосуд . . .	91,1	76,2	87,1	75,2	71,2	72,3

Чтобы выявить влияние стадии развития на эффект, вызываемый поранением, в таблице 12 приводим сравнительные данные о накоплении сухой массы при одной и той же величине периметра раны и при одном и том же проценте удаленной листовой площади, но на разной стадии развития растения.

Из этих данных видно, что поранение на разных стадиях развития растений производит различный эффект: больший прирост сухой массы получается за немногими исключениями при более позднем поранении.

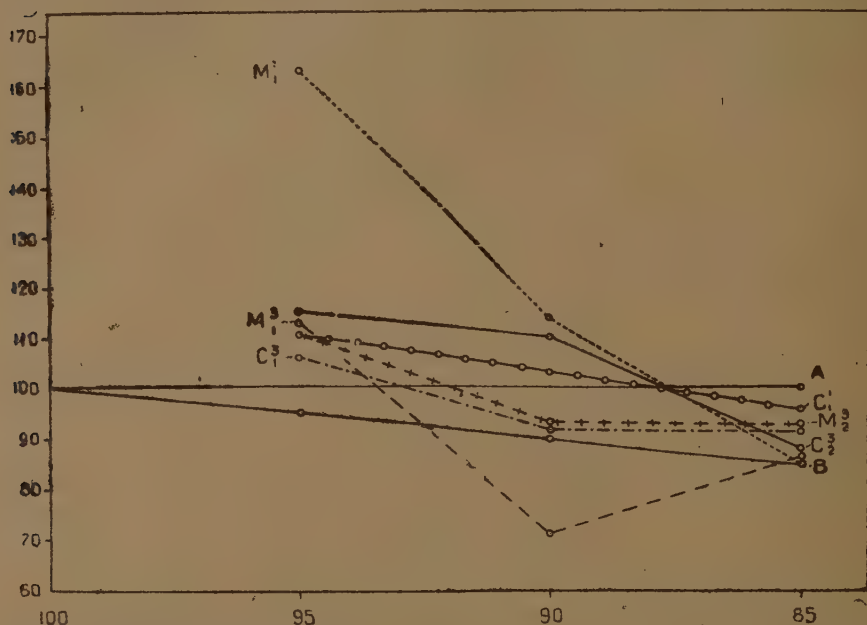


Рис. 9. Средний сухой вес зерен у одного растения ячменя с продырявленными листьями, выраженный в процентах от веса контрольного. На оси абсцисс отмечена в процентах площадь листьев, оставшаяся после продырявливания их. Ординаты представляют вес в процентах. Горизонтальная линия A обозначает вес зерен контрольного растения, принятый за 100. Линия B представляет условное уменьшение веса пропорционально уменьшению листовой площади. Остальные линии обозначают действительный вес зерен у одного растения с листьями, продырявленными: M_1^1 и M_1^3 — малыми отверстиями I серии (по 1 и по 3 растения на сосуд), M_2^3 — малыми отверстиями II серии (по 3 растения на сосуд), C_1^1 и C_1^3 — средними отверстиями I серии (по 1 и по 3 растения на сосуд), C_2^3 — малыми отверстиями II серии (по 3 растения на сосуд).

Сравним теперь влияние густоты посева при одном и том же проценте поранения и одинаковой длине периметра.

Из приведенных цифр табл. 13 видно, что при более густом посеве происходит меньшее накопление сухой массы; это снижение особенно резко сказывается при 5 и 10% удаленной листовой площади малыми отверстиями. Такая же картина наблюдается при поранении средними отверстиями, но здесь различие выражено в более слабой степени.

Отсюда можно сделать вывод, что увеличение густоты посева, подавляя общее развитие растения, понижает также положительный эффект, вызываемый поранением.

В таблице 14 приводим данные об урожаях зерна.

Из данных таблицы и кривых (рис. 9) общего веса зерна на 1 растение видно, что у одиночных растений I серии при удалении 5 и 10% листовой площади средними и малыми отверстиями наблюдается увеличение урожая зерна и улучшение его качества, в то время как при удалении 15% в том и другом случае наступает уменьшение урожая и снижение качества зерна по отношению к контрольным растениям.

Что касается растений той же I серии, но более густого посева, то у них наблюдается увеличение общего веса зерен только при удалении 5% листовой площади; при удалении 10 и 15% идет снижение урожая по сравнению с контрольными. Средний вес зерна у всех оперированных растений здесь ниже контрольного.

У растений II серии увеличение урожая зерна наблюдается при удалении 5 и 10% листовой площади средними отверстиями, а также при удалении 5% малыми отверстиями. Средний вес одного зерна у всех пораненных растений незначительно понижается сравнительно с контрольными.

При удалении одного и того же процента листовой площади, но при разном диаметре отверстий у одиночных растений I серии, больший урожай получается с увеличением общей длины периметра раны. Что касается растений той же I серии, но выращенных по 3 на сосуд, то аналогичная картина наблюдается только при удалении 5% листовой площади.

У растений II серии, при сравнении влияния поранения отверстиями разного диаметра, получается картина подобно той, какую мы наблюдали при накоплении сухой массы: больший урожай зерна получается при поранении средними отверстиями.

Сравнивая урожай зерна и его качество у растений при различной густоте посева, видно, что лучший урожай зерна и лучшее качество его получается при более редком посеве (у одиночных растений).

Газовый обмен фотосинтеза.

Чтобы выяснить, как отражается поранение листьев на их газовом обмене на стадии колошения, были начаты опыты по определению энергии фотосинтеза и дыхания у оперированных и контрольных растений.

Листья оперированных и контрольных растений брались для опытов одного возраста. Опыты производились с отрезанными листьями: в плоскую пробирку с воздухом, обогащенным CO_2 , вводился кусочек листа определенной площади (от 6 до 8 кв. см.) и замыкался ртутью. Содержание CO_2 в газовой смеси колебалось от 3 до 4%. Экспозиция продолжалась 15 минут при температуре от 26 до 28°. Все опыты велись при искусственном освещении (электрическая лампа 300 в., расстояние 25 см). Газ до опыта и после опыта анализировался прибором Бонье и Манжена.

Существенным изменением в методике опытов по сравнению с методикой 1929 г. было то, что измерение энергии фотосинтеза и дыхания производилось последовательно через определенные промежутки времени после нанесения поранения.

В нижеследующей таблице 15 приведены данные, характеризующие количества поглощенной CO_2 в см^3 , перечисленные на 1 час времени и на листовую площадь в 10 см^2 . При перечислении на площадь у оперированных листьев учитывалась только остающаяся за вычетом того или иного процента удаленной. Каждая цифра таблицы представляет среднее из двух анализов.

Из приведенных цифр табл. 15 и кривых (рис. 10) видно, что у всех оперированных растений в первый день после поранения наблюдается снижение энергии фотосинтеза; но уже через сравнительно короткий промежуток времени она постепенно повышается, причем это повышение наступает быстрее у растений с большим процентом удаленной площади. На второй день после поранения оперированные листья часто ассимилируют энергичнее контрольных. Повышение энергии фотосинтеза идет и далее, достигая максимума на 6—8-й день после поранения, а затем начинается падение. В повторных опытах аналогичная картина повторяется, причем на 16-й день после поранения, при удалении 5% листовой площади, энергия фотосинтеза остается еще выше, чем у контрольных растений; при удалении большего процента листовой площади она либо приближается к контролю, либо падает; последнее резко сказывается при 15% удаленной листовой площади.

При продырявливании листьев малыми отверстиями (табл. 15 и рисунок 11) энергия фотосинтеза сильно падает в первый день после нанесения поранений. Со второго дня начинается постепенное повышение, которое продолжается до 6-го или 8-го дня, после чего начинается падение. Превышение энергии фотосинтеза у оперированных листьев по сравнению с контрольными начинается иногда уже со второго дня после нанесения поранения.

Весьма характерно, что на 16-й день после поранения энергия фотосинтеза становится лишь немногим меньше, чем у контроля; только при удалении 15% листовой площади наблюдается значительное снижение.

Кроме опытов по фотосинтезу был поставлен ряд опытов по определению энергии дыхания у оперированных и контрольных растений. Постановка опытов была такая же, как и для фотосинтеза, с той только разницей, что лист выдерживался не в газовой смеси, а в воздухе в темноте, в течение двух часов при температуре $26-28^\circ \text{C}$. Анализы газа производились также прибором Бонье и Манжена.

В нижеследующей таблице 16 приведены данные, показывающие количество выделенного CO_2 в см^3 , вычисленное на 1 грамм сухого веса листа за 1 час.

Из данных таблицы 16 и кривых (рис. 12) видно, что при поранении средними отверстиями энергия дыхания в первый день после поранения сильно возрастает. Затем через некоторый промежуток времени наступает снижение дыхания. Снижение это наступает раньше у растений с меньшим процентом удаленной площади.

Энергия дыхания у растений пораненных малыми отверстиями также возрастает в 1-й день после поранения, но только при удалении 5% листовой площади. Что касается растений при большем проценте уменьшения листовой площади, то у них наблюдается снижение энергии дыхания в 1-й день после поранения. Дыхание повышается только спустя некоторый промежуток времени после поранения.

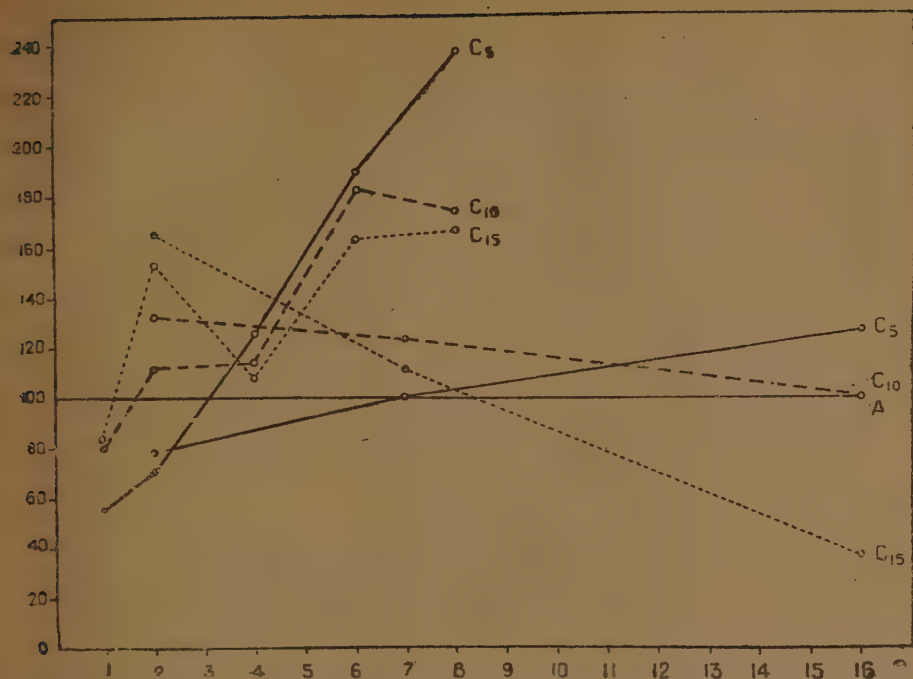


Рис. 10. Энергия фотосинтеза у ячменя с листьями, продырявленными средними отверстиями. На оси абсцисс отложено время, прошедшее с момента поранения, в сутках. Ординаты представляют количество поглощенной CO_2 в процентах от контрольного. Горизонтальная линия А обозначает количество поглощенной CO_2 контрольным растением, принятое за 100. Остальные линии обозначают количество поглощенной CO_2 опытными растениями при удалении 5% (C_5), 10% (C_{10}) и 15% (C_{15}) листовой площади.

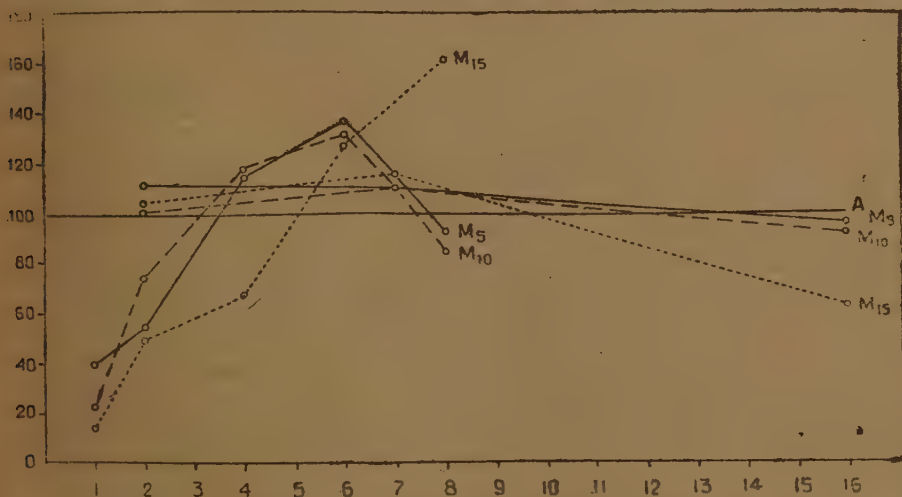


Рис. 11. Энергия фотосинтеза у ячменя с листьями, продырявленными малыми отверстиями. На оси абсцисс отложено время, прошедшее с момента поранения, в сутках. Ординаты представляют количество поглощенной CO_2 в процентах от контрольного. Горизонтальная линия А обозначает количество поглощенной CO_2 контрольным растением, принятое за 100. Остальные линии обозначают количество поглощенной CO_2 опытными растениями при удалении 5% (M_5), 10% (M_{10}) и 15% (M_{15}) листовой площади.

Таблица 15
Количество поглощенной CO_2 в куб. см.

Д а т а	С р е д н и е о т в е р с т и я						М а л ы е о т в е р с т и я									
	% удаленной листовой площади						% удаленной листовой площади									
	Контрольные						Контрольные									
	5%		10%		15%		5%		10%		15%					
	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %				
20.VII, 1-й день после поран.	0,69	100	0,40	57,0	0,49	81,7	0,58	83,8	0,97	100	0,38	39,8	0,23	23,4	0,16	16,4
21.VII, 2-й "	0,88	100	0,64	71,6	0,99	112,7	1,36	154,5	0,88	100	0,49	55,9	0,67	75,9	0,45	51,4
23.VII, 4-й "	0,99	100	1,26	127,2	1,14	115,1	1,08	109,0	0,93	100	1,08	116,1	1,11	119,4	0,63	67,7
25.VII, 6-й "	0,67	100	1,34	199,1	1,24	184,8	1,10	163,3	0,66	100	0,91	137,7	0,87	131,3	0,85	128,2
27.VII, 8-й "	0,58	100	1,37	237,8	1,01	175,3	0,97	168,2	0,55	100	0,51	92,8	0,47	86,3	0,88	160,6
6.VIII, 2-й "	0,87	100	0,69	78,7	1,16	132,7	1,44	165,5	0,79	100	0,89	112,0	0,81	101,5	0,84	104,8
11.VIII, 7-й "	0,93	100	0,94	100,6	1,16	124,7	1,06	113,8	1,02	100	1,12	109,8	1,12	109,8	1,19	117,0
20.VIII, 16-й "	0,67	100	0,86	128,1	0,68	102,3	0,27	38,3	0,79	100	0,76	95,9	0,74	93,3	0,50	63,9
14.VIII, 1-й "	1,10	100	0,98	88,8	0,91	82,7	1,00	90,5	1,10	100	—	—	1,05	94,8	1,05	94,8

Таблица 16
Средние отверстия

Д а т а	Контрольные		% удаленной листовой площади					
			5%		10%		15%	
	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %

Средние отверстия

20.VII, 1-й день после поранения	3,44	100,0	4,87	141,4	5,17	150,3	6,08	176,7
21.VII, 2-й	2,70	100,0	3,82	141,5	2,73	101,1	4,24	157,2
23.VII, 4-й	3,55	100,0	2,72	76,4	3,98	111,9	7,33	206,3
25.VII, 6-й	6,14	100,0	5,36	87,2	5,34	87,0	4,44	72,4
27.VII, 8-й	5,52	100,0	4,25	77,0	4,83	87,4	4,95	82,6

Малые отверстия

20.VII, 1-й	3,06	100,0	5,36	175,3	2,75	89,9	1,70	55,6
21.VII, 2-й	3,00	100,0	3,28	109,7	3,48	116,0	0,78	26,2
23.VII, 4-й	3,41	100,0	3,58	104,8	3,97	116,2	1,48	43,25
25.VII, 6-й	5,04	100,0	5,46	108,4	5,01	99,38	9,05	179,7
27.VII, 8-й	5,38	100,0	7,51	139,5	6,50	120,8	5,91	109,8

Во всяком случае, иногда с 1-го, а иногда со 2-го дня энергия дыхания оперированных листьев становится выше, чем у контрольных; она остается выше контроля на 8-й день после поранения, если продырявливание сделано малыми отверстиями, и ниже, если сделаны средние отверстия.

Чтобы выяснить более отчетливо влияние периметра раны, опыты по фотосинтезу и дыханию были поставлены еще с одной серией растений, где продырявливание производилось прокалыванием листьев особыми металлическими щеточками, зубцы которых были сделаны из тонкой металлической проволоки одинакового диаметра, но количество зубцов было различно. Зубцы щеточек при прокалывании ими листа делали отверстия в 0,5 мм. диаметром. Число зубцов было рассчитано таким образом, что можно было поранить листовую площадь на 1,5, 3, 5, 10 и 20%. Накладывая такую щеточку на лист, можно было проколоть сразу большую площадь листа, причем увеличение

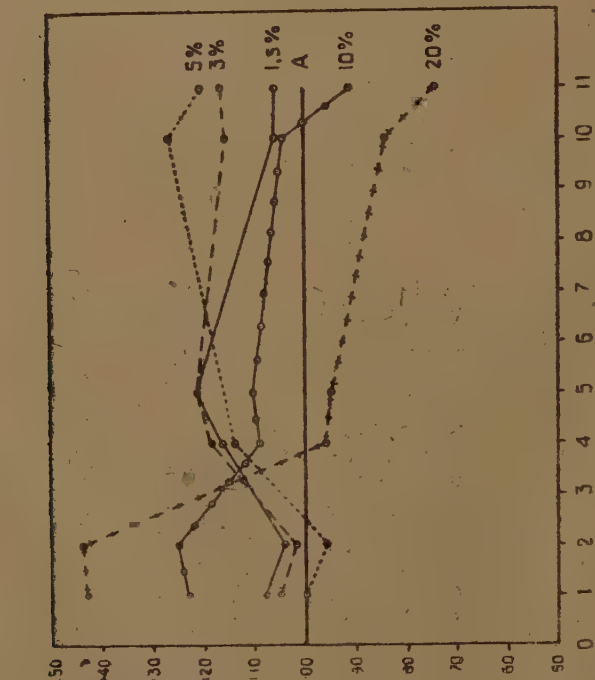


Рис. 13. Энергия фотосинтеза у ячменя с листьями, продырявленными шечками. На оси абсцисс отложено время, прошедшее с момента поранения, в сутках. Ординаты представляют количество поглощенной CO_2 в процентах от контрольного. Горизонтальная линия A обозначает количество поглощенной CO_2 в процентах от контрольного. Остальные линии обозначают количество поглощенной CO_2 опытными растениями при удалении 1,5% (C_5), 3% (C_{10}), 5% (C_{15}), 10% (M_5) и 20% (M_{10}) листовой площади.

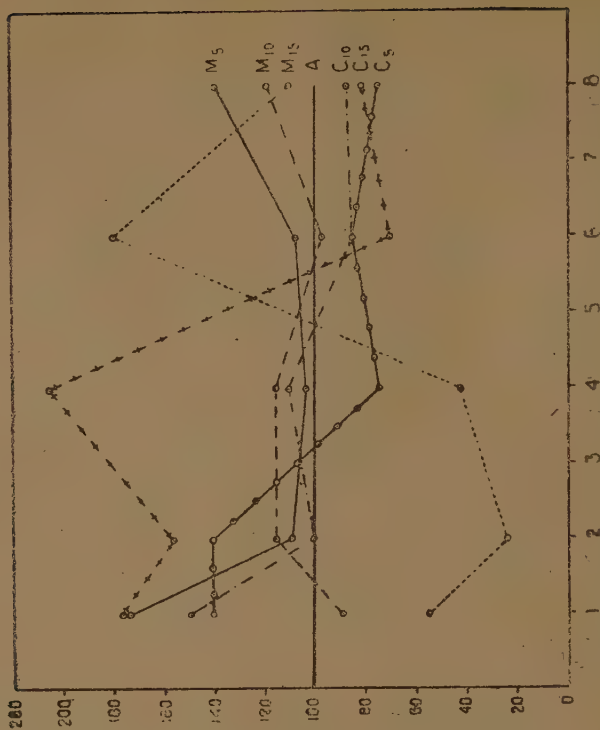


Рис. 12. Энергия дыхания у ячменя с листьями, продырявленными средними и малыми отверстиями. На оси абсцисс отложено время, прошедшее с момента поранения, в сутках. Ординаты представляют количество выделенной CO_2 в процентах от контрольного. Горизонтальная линия A обозначает количество выделенной CO_2 контрольным растением, принятое за 100. Остальные линии обозначают количество выделенной CO_2 опытными растениями при удалении 5% (C_5 и M_5), 10% (C_{10} и M_{10}) и 15% (C_{15} и M_{15}) листовой площади.

периметра раны увеличивалось пропорционально увеличению удаляемой площади.

В нижеследующей таблице 17 приведены данные об энергии фотосинтеза у опытных и контрольных растений по прежней системе.

Таблица 17

Количество CO₂, поглощенной в 1 час на 10 кв. см. площади листа

	Контроль		% удаленной листовой площади									
			1,5%		3%		5%		10%		20%	
	в см. ²	в %	в см. ²	в %	в см. ²	в %	в см. ²	в %	в см. ²	в %	в см. ²	в %
1-ый день после поранения . . .	1,02	100	1,09	107,6	1,07	105,3	1,02	100	1,26	123,5	1,46	143,0
2-ой день после поранения . . .	1,03	100	1,07	104,0	1,05	102,2	0,99	96,0	1,29	124,8	1,48	143,8
4-ый день после поранения . . .	1,33	100	1,55	116,5	1,57	118,0	1,52	114,3	1,45	109,1	1,28	96,2
5-ый день после поранения . . .	1,32	100	1,60	121,2	1,60	121,2	—	—	1,45	109,7	1,26	95,4
10-ый день после поранения . . .	1,35	100	1,42	105,1	1,55	114,8	1,70	126,2	1,41	104,0	1,13	83,8
11-ый день после поранения . . .	1,34	100	1,42	105,9	1,58	116,4	1,61	119,7	1,22	91,0	0,99	73,5

Цифры таблицы 17 и кривые (рис. 13) показывают, что поранение путем прокалывания листа металлическими щеточками повышает энергию фотосинтеза в 1-й же день после нанесения поранения, причем это повышение возрастает вместе с увеличением периметра раны, достигая максимума на второй день при удалении 20% листовой площади. Затем начинается снижение и энергия фотосинтеза падает ниже контроля на 4-й день при 20% и на 11-й день при 10% удаленной листовой площади.

При удалении меньшей доли листовой площади максимальное превышение энергии фотосинтеза по сравнению с контролем наступает позже, но зато и на 11-й день после нанесения раны она еще остается выше контроля, несмотря на снижение после максимума.

В нижеследующей таблице 18 приводятся аналитические данные для энергии дыхания.

Из этих цифр видно, что энергия дыхания также возрастает на первый день после поранения при удалении (5, 10 и 20%) листовой площади; при более слабом поранении дыхание становится ниже контрольных. Спустя некоторый промежуток времени после нанесения поранения энергия дыхания понижается и затем наблюдается новое повышение, особенно значительное при 10 и 20% удаленной листовой площади.

Таблица 18

Количество CO_2 , выделенной за 1 час на 1 г. сухого веса

Д а т а	Контрольн.		% удаленной листовой площади									
			1,5%		3%		5%		10%		20%	
	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %
17.X 1-й день после поранения .	3,70	100	3,14	84,9	3,06	82,6	4,39	118,5	5,03	135,8	4,62	124,6
21.X 5-й день после поранения .	3,09	100	2,21	71,4	2,43	78,7	3,08	99,8	2,39	77,3	2,44	79,1
27.X 11-й день после поранения .	2,79	100	1,98	70,9	3,17	113,7	2,31	82,8	3,08	110,5	3,22	115,3

В заключение было поставлено еще несколько добавочных опытов по определению энергии фотосинтеза и дыхания с листьями пшеницы, продырявленными теми же щеточками.

В таблице 19 приведены данные, характеризующие количество поглощенной CO_2 в см³, перчисленное на 10 см² площади листа за 1 час. Опыты были поставлены на 20-й и 23-й день после поранения.

Таблица 19

Количество поглощенной CO_2 на 10 кв. см. площади листа

	Контрольные		% удаленной листовой площади							
			1,5%		5%		10%		20%	
	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %
14.IX 20-й день после поранения .	0,96	100	—	—	0,91	94,2	0,72	75,1	0,62	64,6
17.IX 23-й день после поранения .	2,47	100	—	—	1,89	76,6	1,41	57,1	1,13	46,0

В таблице 20 приведены данные, характеризующие количество выделенного CO_2 в см³ на 1 г. сухого веса за 1 час.

В обоих опытах по фотосинтезу его энергия (табл. 19) у оперированных растений оказалась слабее, чем у контрольных, и она уменьшалась параллельно с повышением процента удаленной листовой площади. Что касается энергии дыхания (табл. 20), то на 20-й день после поранения дыхание оперированных растений выше по сравнению с контрольными. На 23-й день замечается снижение энергии дыхания при 5 и 10% удаленной листовой площади.

Таблица 20
Количество выделенной CO₂ на 1 г. сухого веса

Д а т а	Контрольные		% удаленной листовой площади							
			1,5%		5%		10%		20%	
	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %	в см. ³	в %
14.IX 20-й день после поранения .	1,59	100	1,61	102,9	3,42	218,2	2,58	164,8	3,08	196,2
17.IX 23-й день после поранения .	2,19	100	3,20	145,9	2,96	134,8	2,15	98,2	—	—

Заключение.

Выше, при описании опытов с яровой пшеницей, мы уже указывали на то, что метод продырявливания листьев отверстиями разного диаметра имел целью имитацию повреждений, наносимых растению некоторыми грызущими насекомыми и растительными паразитами. В нашей постановке опытов мы стремились учесть эффект вредности такого поранения листьев в естественных условиях роста растений.

В то время, как при простом надрезах листовых пластинок продольным отщеплением их частей пораненная поверхность сводится до минимума и главную роль играет процент удаляемой площади листа, при продырявливании сильно возрастает поверхность раны, а с ней и все вторичные явления, которые сопровождают поранение.

Из этих вторичных явлений на первом месте следует поставить сильное увеличение потери воды через испарение и подсыхание живой ткани. Наши опыты показали, что удаление 30% и даже 20% листовой площади при значительном периметре раны, когда делаются мелкие отверстия, листья очень быстро засыхают. Но и при более крупных отверстиях, когда листья сохраняются на растении, все же процент удаляемой листовой площади не вполне отвечает площади самих отверстий. Вокруг каждого отверстия образуется слой подсыхающей ткани, который увеличивает процент потери листовой площади тем в большей степени, чем больше периметр раны. В методическом отношении, при определении коэффициента вредности поражения листьев это обстоятельство, без сомнения, имеет большое значение.

Наши опыты в сущности имитировали только те повреждения листьев насекомыми, когда последние выгрызают более или менее крупные отверстия. Что же касается пятнистых повреждений, наносимых растительными паразитами, то опасность простого засыхания листьев здесь меньше, но влияние величины периметра все же должно сохраняться и здесь, так как вокруг каждого пятна отмершей ткани остается слой поврежденной, величина которого прямо пропорциональна периметру отмерших пятен.

Таким образом, мы приходим к выводу, что при пятнистом поражении листьев процент потери листовой площади в действитель-

ности больше той доли, которая падает на сумму площадей отверстий или пятен отмершей ткани. Чем больше общий периметр отверстий или пятен, т. е. чем меньше их диаметр, тем значительнее эта прибавка, которую нужно учитывать при определении процента потери листовой площади.

Одновременно с этим отрицательным влиянием увеличения периметра раны действует прямо противоположное ему влияние, которое основано на раздражении протоплазмы. Живая ткань листа не остается инертной, но весьма резко реагирует на повреждение прежде всего увеличением энергии дыхания и фотосинтеза. Из данных наших опытов видно, что и в этом случае громадную роль играет степень поранения, т. е. периметр раны; в общем, вместе с увеличением периметра раны увеличивается и энергия газового обмена. В одних случаях усиление энергии газового обмена становится заметным уже спустя сутки после нанесения поранения, тогда как в других оно наступает или по крайней мере делается определяемым позже. Явление это также зависит от степени поранения или от величины периметра раны: чем больше периметр раны, тем скорее наступает вспышка энергии газового обмена, тем значительнее ее абсолютная величина и тем скорее наступает максимум, после которого начинается снижение. Наши опыты показали, что эффект поранения оказывается весьма длительным: на 10-й и даже 16-й день после поранения энергия газового обмена фотосинтеза у оперированных листьев может быть выше контроля, если длина периметра раны не очень значительна.

К сожалению, в нашей постановке опытов нельзя было проследить влияния поранения в чистом виде: так как оперированные растения оставались на воздухе, то понятно, что ткань их подвергалась подсыханию и это осложняло ход газового обмена, как фотосинтеза, так и дыхания. Чтобы выделить влияние поранения, нужно было поместить оперированные растения в атмосферу, насыщенную водяными парами, для устранения излишней потери воды через испарение. Но это задача дальнейших исследований; нам же нужно было выяснить влияние потери листовой площади в нормальных условиях развития растений.

Осложняющее влияние подсыхания листовой ткани и ее более или менее быстрого заживления и было причиной того, что полученные нами кривые хода накопления сухого вещества и газового обмена не обнаруживают того правильного поднятия и опускания, которого можно было бы ожидать. Остается несомненным только факт, что небольшая потеря листовой площади через продырявливание листьев не только может компенсироваться увеличением энергии фотосинтеза, но даже оказать благоприятное влияние на продукцию растительной массы.

Поэтому при удалении 5 и 10% листовой площади общий урожай сухого вещества и урожай зерна нередко превосходят урожай контрольных растений. Так как, согласно данным наших опытов, поранение усиливает также энергию дыхания, то это увеличение продукции сухого вещества указывает на весьма значительное увеличение энергии фотосинтеза; оно не только покрывает усиленный расход вещества на дыхательный процесс, но ведет к большему накоплению растительной массы.

Полученные нами данные о газовом обмене фотосинтеза у пораненных листьев стоят в противоречии с данными Костычева, который нашел, что продырявливание листьев не вызывает усиления

энергии фотосинтеза. Нужно заметить, однако, что Костычев измерял газовый обмен вскоре после нанесения поранения и, что самое главное, при расчете количества углекислого газа, поглощенного пораненными листьями, не принимал во внимание уменьшения ассимиляционной ткани вследствие продырявливания, т. е. не учитывал той доли площади листа, которая приходится на отверстие.

При нашей постановке опытов нет возможности установить с надлежащей точностью, когда затухает эффект поранения. Из полученных данных видно, что при удалении 15, 20 и 30% листовой площади продукция сухого вещества становится часто ниже контроля. Такой эффект можно было бы объяснить соответствующим снижением энергии фотосинтеза; действительно, в наших опытах обнаруживается падение энергии фотосинтеза у пораненных листьев спустя некоторое время после нанесения поранения, причем количество поглощенного углекислого газа на единицу площади становится ниже контроля. Это снижение может обуславливаться фактическим падением энергии фотосинтеза непораненных частей продырявленного листа. Но оно может также получиться от неправильного расчета величины ассимилирующей площади: мы учитываем только ту потерю листовой площади, которая приходится на самые отверстия и выражается суммой площадей отверстий.

Как уже было замечено выше, вокруг каждого отверстия образуется слой подсыхающей ткани, величина которого остается неопределенной. Для точного учета этой потери ассимилирующей площади листа необходимо произвести дополнительное исследование о ходе заживления ран.

Во всяком случае из данных опытов видно, что продукция сухой массы нередко снижается в меньшей степени, чем потеря листовой площади, когда площадь отверстий не превышает 15% ее (см. данные для ячменя).

Фактически, вследствие образования инертной каймы вокруг каждого отверстия, потеря площади в данном случае больше 15%; поэтому здесь ясно обнаруживается компенсирующее влияние поранения.

Начиная с 20% площади отверстий продукция сухой массы снижается за редкими исключениями в большей степени, чем потеря листовой площади (см. данные для пшеницы).

Так как и в этом случае действительная потеря листовой площади больше суммы площадей отверстий, то мы можем принять, что положительное влияние поранения вообще не может компенсировать потерю листовой площади, если площадь отверстий превышает 20% ее.

Весьма характерно также и то обстоятельство, что положительный эффект продырявливания листьев становится менее резким при большей густоте посева, т. е. при худших условиях минерального питания.

Изложенные выше данные опытов указывают, что при пятнистых повреждениях листьев, помимо простого уменьшения листовой площади, на сцену выступает целый ряд других физиологических факторов, действие которых требует специального изучения и специальной постановки опытов. Поэтому мы считаем, что наше исследование является по существу ориентировочным и указывающим только общий характер закономерностей, которые можно формулировать в следующих выводах.

1. Механическое уменьшение листовой площади путем вырезывания отверстий разного диаметра вызывает сильную потерю воды и подсыхание ткани листа вокруг отверстий. При отверстиях в 1,25 мм. в диаметре это подсыхание быстро распространяется на весь лист, когда процент удаляемой площади достигает 20%—30%, причем листья отмирают уже спустя несколько дней после операции. При отверстиях в 2,5 мм. в диаметре отмирание листьев при том же проценте удаляемой площади наступает позже. Таким образом, чем больше периметр раны, наносимой листу, тем быстрее идет в естественных условиях подсыхание листовой ткани вокруг отверстия.

2. Механическое повреждение листовой ткани усиливает энергию газового обмена дыхания и фотосинтеза через раздражение протоплазмы. Чем больше периметр раны, тем скорее наступает усиление газового обмена и тем выше его количественное выражение (на единицу площади листа для фотосинтеза и на 1 г. сухого веса для дыхания).

3. Энергия газового обмена дыхания и фотосинтеза под влиянием поранения сначала возрастает до некоторого максимума и затем падает. Чем больше периметр раны, тем скорее энергия газового обмена достигает максимума и тем скорее наступает ее падение.

4. В течение первых суток после нанесения поранения нередко наблюдается уменьшение энергии фотосинтеза у оперированных листьев по сравнению с контрольными, что, повидимому, обусловливается подсыханием ткани у пораненных листьев. Позже, однако, энергия фотосинтеза у оперированных листьев возрастает и становится больше, чем у контрольных; это превышение остается заметным спустя 16 дней после нанесения поранения, если периметр раны не очень велик.

5. Наряду с усилением газового обмена у оперированных растений наблюдается усиление кущения и повышение продукции сухого вещества, причем это повышение падает преимущественно на вегетативные органы.

6. Если периметр раны не очень велик и процент удаленной листовой площади не превышает 10%, то продукция сухого вещества и урожай зерна у оперированных растений может быть выше, чем у контрольных, в случае снижения последнее в процентном отношении меньше, чем потеря листовой площади. Относительное превышение продукции сухого вещества в этих условиях можно приписать усилению энергии фотосинтеза под влиянием поранения.

7. Если периметр раны значителен и процент удаляемой листовой площади превышает 10%, то продукция сухого вещества у оперированных растений обычно ниже, чем у контрольных, причем снижение в процентном отношении превышает процент удаленной листовой площади. Явление это может быть объяснено отрицательным влиянием подсыхания листовой ткани, замедлением оттока ассимилятов вследствие порезки жилок, а также и фактическим понижением энергии фотосинтеза. Значение каждого из этих отрицательных факторов может быть определено только путем специального исследования.

8. Отрицательный эффект прорывливания листьев, т. е. понижение продукции сухого вещества усиливается, если операции подвергаются молодые растения, до стадии кущения или на этой стадии, по сравнению с более поздней стадией колошения. Положительный эффект поранения, т. е. увеличение продукции сухого вещества уси-

ливается, если растения подвергаются операции на более поздних стадиях вегетативного роста.

9. Положительный эффект поранения в смысле увеличения продукции сухого вещества ослабляется вместе с увеличением густоты посева и уменьшением площади минерального питания.

10. Исследованные два вида злаков, пшеница и ячмень, обнаруживают специфическое отличие в реакции на продырявливание листьев. У пшеницы в меньшей степени, чем у ячменя, проявляется положительное влияние поранения, когда процент удаляемой площади еще невелик и не угрожает жизни листа; напротив, отрицательное влияние продырявливания у нее сказывается в более резкой степени, чем у ячменя.

11. Во всех тех случаях, когда продырявливание листьев ведет к понижению продукции сухого вещества, по сравнению с контрольными растениями, это понижение сначала обнаруживается на урожае зерна, его весе и качестве, а затем на урожае массы вегетативных органов. Возможно, что поранение, возбуждая рост вегетативных органов, тем самым подавляет развитие зерна.

Только что сформулированные выводы далеко не исчерпывают всего комплекса физиологических явлений, которые возбуждаются механическим продырявливанием листовых пластинок. Так как при этом способе уменьшения листовой площади наносится значительное поранение, то тем самым эффект перестает быть местным, локализованным в листьях; он передается всему растению, и более углубленное изучение реакции растения, как целого, должно стать задачей будущих исследований.

Такие исследования тем более необходимы, что пятнистые повреждения листьев вызываются ожогами от химических препаратов и растительными паразитами, когда раздражение протоплазмы несомненно распространяется на весь растительный организм.

ZUSAMMENFASSUNG.

Vorliegende Arbeit hatte den Zweck, den Einfluss der in der Natur oft vorkommenden mechanischen Verminderung der Blattfläche auf die allgemeine Entwicklung der Pflanzen, auf den Zuwachs der trockenen Masse und auf einige physiologische Funktionen zu erforschen. Um die Beschädigungen, die in natürlichen Verhältnissen durch Insekten und durch pflanzliche Schmarotzer verursacht werden, nachzuahmen, wurde folgendermassen verfahren: mit speziellen kleinen Zangen wurden aus den Blättern runde Oeffnungen von verschiedenem Diameter, und zwar 5, 2,5 und 1,26 mm² ausgeschnitten; in einer Versuchsreihe wurden die Blätter mit Hilfe von kleinen Metallbürstchen von Oeffnungen, die 0,5 mm im Diameter hatten, durchlöchert. Die Operation wurde auf zwei verschiedenen Entwicklungsstadien der Pflanzen vorgenommen. Die Verminderung der Blattfläche betrug in Versuchen mit Weizen (im Jahre 1929) 5, 10, 20 und 30% und in Versuchen mit Gerste (im Jahre 1930) 5, 10 und 15% von der gesamten Blattfläche. Dies wurde durch Ausschneiden einer bestimmten Zahl von Oeffnungen pro Flächeneinheit

erreicht. Ausserdem gab das Anwenden von verschiedenen grossen Oeffnungen die Möglichkeit, die Länge des Perimeters der Wunde zu variieren, ohne das Prozent der entfernten Blattfläche dabei zu ändern.

In der Versuchsreihe von 1929 wurde in jedes Gefäss eine einzige Pflanze gesät; im Jahre 1930 dagegen wurden die Versuche bei verschiedener Saattiefe ausgeführt — mit einer und mit drei Pflanzen pro Gefäss. Im Laufe der ganzen Vegetationsperiode wurden an den Versuchs- und den Kontrollpflanzen phänologische Beobachtungen ausgeübt.

Eine Reihe von Assimilations- und Respiationsversuchen verfolgte das Ziel, den Einfluss der mechanischen Beschädigung, als einer Reizwirkung, auf den Gasaustausch der Blätter zu verfolgen.

Nach Erreichung der Samenreife wurde der Zuwachs der trockenen Masse ganzer Pflanzen, wie auch einzelner Organe bestimmt.

Die Resultate lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Die mechanische Verminderung der Blattfläche, die bei Herausschneiden von verschiedenen grossen Oeffnungen stattfindet, verursacht starken Wasserverlust und das Trocknen der Blattgewebe um die Oeffnungen. Bei Oeffnungen von 1,25 mm im Diameter verbreitet sich das Trocknen in kurzer Zeit über das ganze Blatt, wenn die entfernte Fläche 20 und 30% ausmacht; dabei sterben die Blätter schon nach Verlauf weniger Tage nach der Operation ab. Wenn die Oeffnungen 2,5 im Diameter gross sind, bleiben die Blätter beim selben Prozent der entfernten Fläche länger am Leben. Auf diese Weise erfolgt in natürlichen Verhältnissen das Trocknen des Blattgewebe desto schneller, je grösser ist das Perimeter der Wunde.

2. Die mechanische Beschädigung des Blattgewebes übt eine Reizwirkung auf das Protoplasma aus und ruft eine Erhöhung der Energie des Gasaustausches (Atmung und Kohlensäureassimilation) hervor. Je grösser das Perimeter der Wunde ist, desto früher beginnt das Emporsteigen des Gasaustausches und desto grösser ist der Wert, den letzterer erreicht (pro Blattflächeneinheit für die Photosynthese und pro 1 g Trockengewicht für die Atmung).

3. Die Energie des Gasaustausches der Respiration und der Assimilation steigt zuerst unter Einfluss der Verwundung bis zu einem gewissen Maximum an, um dann wieder zu sinken. Je grösser das Perimeter der Wunde ist, desto schneller erreicht die Energie des Gasaustausches ihr Maximum und desto schneller beginnt sie zu sinken.

4. Im Laufe des ersten Tages nach der Operation ist die Energie der Kohlensäureassimilation bei den operierten Blättern öfters niedriger als bei der Kontrolle, was offenbar mit dem Trocknen des Gewebes der verwundeten Blätter im Zusammenhang steht. Später jedoch steigt die Assimilationsenergie der operierten Blätter an und wird grösser als diejenige der intakten Blätter; wenn das Wundenperimeter nicht zu gross ist, lässt sich dieses Ansteigen noch 16 Tage nach der Verwundung nachweisen.

5. Zugleich mit einer Förderung des Gasaustausches weisen die operierten Pflanzen eine grössere Stengelzahl und eine erhöhte Produktion von trockener Substanz auf, welche sich vorzugsweise auf die vegetativen Organe bezieht.

6. Wenn das Wundenperimeter nicht zu gross ist und das Prozent der entfernten Blattfläche nicht 10% übertrifft, kann die Trockensubstanz-

produktion und die Kornernte mitunter einen grösseren Wert erreichen, als bei den Kontrollpflanzen: wenn der Ernteertrag der Versuchspflanzen jedoch demjenigen der Kontrolle nicht gleichkommt, so ist die Erniedrigung in prozentlicher Beziehung jedenfalls kleiner als der Verlust der Blattfläche. Die relative Erhöhung der Trockensubstanzproduktion kann in diesen Verhältnissen der unter Einfluss von Verwundung vergrösserten Assimilationsenergie zugeschrieben werden.

7. Wenn das Wundenperimeter beträchtlich ist und das Prozent der entfernten Blattfläche mehr als 10% ausmacht, so erzeugen die operierten Pflanzen gewöhnlich weniger Trockensubstanz als die Kontrollpflanzen, und diese Erniedrigung ist in prozentlicher Beziehung grösser als das Prozent der entfernten Blattfläche. Diese Erscheinung kann durch den negativen Einfluss des Trocknens des Blattgewebes, durch Verzögerung in der Assimilationsableitung infolge des Durchschneidens der Nerven, wiewohl auch durch die tatsächliche Erniedrigung der Assimilationsenergie erklärt werden. Die Bedeutung jedes einzelnen Faktors kann nur mit Hilfe einer speziellen Untersuchung ergründet werden.

8. Der negative Effekt der Blattdurchlöcherung, d. h. die Verringerung der Trockensubstanzernte wird grösser, wenn die Operation an jungen Pflanzen im Stadium der Bestockung oder früher vorgenommen wird, als wenn ältere Pflanzen — im Stadium der Voromenen operiert werden. Im Gegenteil — wird der positive Effekt der Verwundung, d. h. die Vergrösserung der Produktion von Trockensubstanz erhöht, wenn Pflanzen im späteren Stadium der vegetativen Entwicklung der Operation unterworfen werden.

9. Der positive Effekt der Verwundung im Sinne der erhöhten Produktion von Trockensubstanz wird bei Vergrösserung der Saatedichte und Verminderung der Mineralnahrungsfläche abgeschwächt.

10. Die zwei untersuchten Gramineenarten — Weizen und Gerste — reagieren mit spezifischer Verschiedenheit auf die Operation der Durchlöcherung: wenn das Prozent der entfernten Blattfläche noch klein ist und fürs Leben des Blattes keine Gefahr darstellt, ist die günstige Wirkung der Verwundung auf den Weizen schwächer als auf die Gerste; im Gegenteil — offenbart sich beim Weizen der negative Einfluss der Verwundung in höherem Grade als bei der Gerste.

11. In all' den Fällen, wo die Blattdurchlöcherung eine Erniedrigung der Trockensubstanzproduktion hervorruft, wird diese Erniedrigung zuerst an der Kornernte beobachtet — und zwar am Gewicht und an den Eigenschaften des Kornes — und nachher an der Ernte der vegetativen Organe. Es ist möglich, dass die Verwundung das Wachstum letzterer fördert und die Entwicklung des Kornes dadurch gehemmt wird.

З. М. Эйдельман и Е. А. Банкул.

**Влияние механического уменьшения листовой площади и
разных условий питания на накопление сухого вещества
у злаков.**

(С 2 рис.).

Z. M. Eidelman and E. A. Bankul.

**Effect of mechanical reduction of leaf area and of different alimential
conditions upon the accumulation of dry stuff in cereals.**

(With 2 figs.).

В фитопатологической литературе встречаются указания на то, что внесение удобрения в полевых условиях оказывает большое влияние на развитие болезней на растениях. Отсюда, естественно, вытекает предположение, что разные условия питания, обуславливая разное физиологическое состояние растения, могут изменять устойчивость их к повреждению. Поэтому и отдельные элементы удобрения, проявляя специфическое действие на основные физиологические процессы растения—дыхание и ассимиляцию (3), должны, повидимому, оказывать влияние также на восприимчивость растения к повреждениям, при прочих равных условиях и на характер реакции организма.

Исходя из этих соображений, наши опыты по изучению коэффициентов вредоносности у злаков в связи с методикой учета повреждений от болезней были продолжены в следующем направлении: действие механического уменьшения листовой поверхности изучалось на фоне различных условий питания. Нам представлялось практически важным и теоретически интересным выяснить, как реагирует растение на повреждение листьев при разной обеспеченности его основными элементами удобрения—азотом, фосфором и калием.

Описание постановки опытов.

Для наиболее точного учета изучаемого фактора опыты ставились в условиях песчаных культур по следующей схеме:

- | | | |
|----------|--------------|---|
| I серия. | Дозировка | 1) Полное удобрение — питательная смесь Пря- |
| | всех элемен- | нишникова. |
| | тов питания. | 2) $\frac{1}{3}$ дозы питательной смеси Прянишникова. |
| | | 3) $\frac{1}{10}$ " " " " " " |

II серия.	Дозировка фосфора.	1) $\frac{1}{3}$ дозы фосфора в смеси Прянишникова. 2) $\frac{1}{10}$ " " " " " " 3) Исключение фосфора из смеси.
III серия.	Дозировка азота.	1) $\frac{1}{3}$ дозы азота в смеси Прянишникова. 2) $\frac{1}{10}$ " " " " " " 3) Исключение азота из смеси.
IV серия.	Дозировка азота + фосфор.	1) $\frac{1}{3}$ дозы азота и фосфора в смеси Прянишникова. 2) $\frac{1}{10}$ " " " " " "
V серия.	Дозировка калия.	1) $\frac{1}{3}$ дозы калия в смеси Прянишникова. 2) $\frac{1}{10}$ " " " " " " 3) Исключение калия из смеси.

Опыты велись с ячменем, как с растением отзывчивым к разным условиям питания. Растения выращивались в вегетационных сосудах Митчерлиха (упрощенная А. Т. Кирсановым модель) на открытом воздухе.

Число растений на сосуд равнялось 15. Повторность сосудов была двойной. В качестве посевного материала был взят скороспелый сорт ячменя, „Червонец“, полученный от Контрольно-Семенной Станции Института Растениеводства. Посев был произведен 18/VI, всходы появились 22/VI.

Азотнокислый аммоний и $MgSO_4$ вносились в виде сильно разбавленных растворов в два срока для того, чтобы избежать сильного повышения концентрации почвенного раствора (в данном случае раствора в песчаной среде). Первая поливка раствором питательных солей произведена 27/VI, вторая—7/VII, хлористый калий внесен (сразу вся доза) 2/VI. В серии сосудов $\frac{1}{10}$ полной питательной смеси и $\frac{1}{10}$ дозы азота 22/VII дополнительно было внесено по половинной дозе $MgSO_4$ и NH_4NO_3 для усиления роста растений, имевших более угнетенный вид, чем можно было ожидать от действия этих доз. При выборе наших концентраций мы пользовались указаниями, имеющимися в литературе о пределе возможного снижения концентрации всех солей нормальной питательной смеси без ущерба для урожая (см. Егоров и др.).

Механическое уменьшение листовой площади производилось следующим образом: при помощи иглы отделялась продольная лента, которая отрезалась ножницами у основания листа, несколько ниже оторочки влагалища, во избежание нового отрастания. Удалялось 25%, 50% и 100% листовой площади. Оперирование произведено в стадии трубки. И в дальнейшем производилось измерение оперированных контрольных растений. Также регистрировалось наступление и течение фаз развития.

Урожай учитывался дробно. Определялся воздушно-сухой вес зерна, надземных частей растения и корней.

При учете веса надземных частей оперированных растений прибавлялся вес отрезанных листьев.

¹ Калий из песка не был нацело удален, поэтому практически нуля калия в опыте не было.

Результаты опытов.

1. Фенологические наблюдения.

Наблюдения над наступлением стадии кушения и стадии стрелки представляют интерес только для характеристики одного из изучаемых факторов—удобрения. Ничего нового полученные данные не вносят. С увеличением дозы всех питательных веществ стадия кушения наступила быстрее и протекала энергичней.

С увеличением дозы фосфора и особенно дозы азота наблюдалось то же явление. Так, например, 7/VII у растений серии $\frac{1}{10}$ дозы азота и отсутствия последнего, а также при отсутствии фосфора и при дозе в $\frac{1}{10}$, только у одного сосуда из 8 одно растение начало куститься в то время, как при дозе в $\frac{1}{3}$ обоих этих элементов у всех сосудов почти все растения кустились. Интересно отметить, что при двойном минимуме при $\frac{1}{10}$ азота и фосфора почти у всех сосудов к этому сроку уже кустилось по 2—3 растения. Повидимому, равновесие при поступлении этих двух элементов как-то сказалось на быстроте наступления кушения у растений. Отсутствие калия не сказалось на наступлении и энергии кушения, так как (как было уже отмечено) практически нуля калия у нас в опыте не было.

Наблюдения 20/VII показали, что для серии сосудов с дозой в $\frac{1}{10}$ всех питательных веществ при нуле и $\frac{1}{10}$ дозы азота и при отсутствии фосфора кушение так и не наступило. При дозе в $\frac{1}{10}$ азота + + фосфор число кустящихся растений в каждом сосуде несколько увеличилось, в то время как при дозе в $\frac{1}{10}$ фосфора число кустящихся растений уменьшилось; очевидно, боковые побеги из-за недостатка фосфора отмерли.

Быстрота наступления стадии стрелки обнаруживает такую же зависимость от дозы удобрения, как и наступление стадии кушения. Так, 20/VII в среднем (из 8) на 1 сосуд найдено следующее количество растений в стадии стрелки (табл. 1).

Таблица 1
Количество растений в стадии стрелки

Дозы всех элементов			Дозы фосфора			Дозы азота			Дозы азота и фосфора			Дозы калия		
Полная смесь	1/3	1/10	1/3	1/10	0	1/3	1/10	0	1/3	1/10	0	1/3	1/10	0
6,0	3,5	2,5	2,5	1,0	0	6,0	3,0	0	4,0	1,5	—	4,5	6,0	7,0

Недостаток фосфора очень сильно отразился на наступлении момента формирования колоса в растениях, что совпадает с стадией стрелки. При двойном минимуме $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{10}$ азота + фосфора и здесь, повидимому, были созданы более благоприятные условия роста. Так, число растений в стадии стрелки при $\frac{1}{3}$ дозы азота + фосфора рав-

нялось 4,0 при $\frac{1}{3}$ дозы фосфора 2,5, при $\frac{1}{10}$ азота+фосфора — 1,5 при $\frac{1}{10}$ фосфора — 1,0, а при дозе $\frac{1}{10}$ полной смеси, где все элементы питательной смеси уравновешены, число растений в стадии стрелки равнялось 2,5.

Любопытно отметить, что при разных дозах калия зависимость явно обратного порядка. С уменьшением дозы калия число растений в стадии стрелки значительно увеличивается. Создается впечатление, что доза в $\frac{1}{3}$ калия плюс калий, находившийся в песке, дают избыток, задерживающий темп развития растения.

Наблюдения над наступлением стадии цветения показали, что дозы элементов влияли на быстроту наступления этой фазы в том же направлении, как и на предшествующие стадии развития. При недостаточной дозировке одного или всех элементов цветение к этому сроку либо еще не наступило, либо число зацветших растений было значительно меньше, чем в сосудах с большими дозировками (см. табл. 2).

Таблица 2
Количество цветущих растений (среднее из 8 сосудов)

Дата	Дозы всех элементов			Дозы фосфора			Дозы азота			Дозы азота + фосфора			Дозы калия		
	Полн. смесь	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{10}$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{10}$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{10}$	—	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{10}$	0
3/VI	1,0	1,0	0,5	0,5	0	0	3,0	1,0	0	0,5	0	—	2,0	3,5	4,0
2/VII	3,0	2,8	2,0	1,0	0	0	4,0	1,5	0	1,0	0	—	3,0	5,5	5,5

В сосудах с разными дозами калия мы и здесь имеем явление обратного порядка.

Второй изучаемый нами фактор—степень обрезки не оказал никакого влияния на быстроту наступления стадий цветения. Напомним, что оперирование произведено в стадии трубки, т. е. за несколько дней до колошения.

Измерение растений после оперирования показало, что, наряду с действием дозировки элементов питательной смеси, степень обрезки также оказала некоторое влияние на прирост растений в высоту.

Только в двух сериях обрезка 100% листовой площади понижает прирост у растений. Так, для полной питательности смеси и $\frac{1}{3}$ дозы азота+фосфора получены следующие цифры (см. табл. 3).

2. Воздушно-сухой вес растений.

Данные воздушно-сухого веса растений показывают, что выбранные дозы оказались очень рельефными по эффекту действия их на урожай ячменя; так, если принять за 100 сухой вес вегетативных частей растений, выращенных в полной питательной смеси, то при разных дозировках всех элементов для контрольных неоперированных растений получим следующий ряд (табл. 4).

Таблица 3
Высота растений в сантиметрах

	Абсолютная высота			Прирост		
	29/VI	3/VII	18/VII	29/VI—8/VII	3/VII—18/VII	29/VI—18/VII
Полная питательная смесь						
Контроль . . .	39,7	45,7	46,3	6,0	0,6	6,6
100% обрезака .	37,7	41,9	42,2	4,2	0,3	4,5
1/3 дозы азот+фосфор						
Контроль . . .	34,9	40,2	41,6	5,3	1,4	6,7
100% обрезака .	35,3	35,7	36,1	0,4	0,4	0,8

Таблица 4
Относительные данные веса вегетативных частей растения

Дозы всех элементов			Дозы фосфора			Дозы азота			Дозы азота + фосфор		Дозы калия ¹		
Полная смесь	1/3	1/10	1/3	1/10	0	1/3	1/10	0	1/3	1/10	1/3	1/10	0
100,0	57,6	39,2	59,8	30,9	17,8	63,3	38,9	11,2	56,6	30,2	82,3	59,2	50,5

Мы, таким образом, получили разные степени угнетения развития растений под влиянием различных условий питания.

Посмотрим дальше, как отзывается на растении комбинированное действие двух факторов угнетения роста: недостаточное питание плюс повреждение ассимиляционной поверхности.

В таблице 5 приводим абсолютные и относительные данные веса вегетативных частей растения.

Цифры эти показывают, что накладывающееся действие обрезки части листовых пластинок мало изменяет соотношение между весом неоперированных растений по разному удобрительному фону, при всех, даже резко отличных степенях повреждения.

Только удаление 25% листовой площади несколько увеличивает процент падения веса вегетативных частей сравнительно с пони-

¹ Относительно слабое понижающее действие уменьшающихся доз калия объясняется тем, что перек содержал калий.

Вес вегетативных частей

Степень обрезки	Полная смесь	1/3 дозы				
		Полн. смеси	Фосфора	Азота	Калия	Азота фосфо

В абсолютн

0	12,64	7,16	7,56	7,99	10,31	7,13
25%	13,53	7,32	7,27	8,22	9,80	6,82
50%	11,85	6,42	6,43	7,99	10,40	6,13
100%	10,95	6,14	6,40	6,75	9,39	5,74

В процент

0	100,0	56,7	59,8	63,3	82,3	56,6
25%	100,0	54,1	53,7	60,7	72,5	50,4
50%	100,0	54,2	54,3	67,4	87,8	51,9
100%	100,0	56,5	60,5	61,6	85,7	52,4

Вес вегетативных частей в про

Степень повреждения	Дозы всех элементов			Дозы фосфора		
	Полная смесь	1/3	1/10	1/3	1/10	0
0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
25%	106,9	102,1	88,7	96,2	92,7	106,6
50%	93,8	89,7	75,0	85,1	97,5	113,3
100%	86,6	85,4	70,9	84,7	96,4	117,2

¹ Мы оперируем, главным образом, данными веса вегетативных частей потому, что у

ения в граммах на сосуд

1/10 дозы					0		
Полн. смеси	Фосфора	Азота	Калия	Азота + фосфора	Фосфора	Азота	Калия

и ф р а х

4,95	3,90	4,92	7,47	3,83	2,25	1,42	6,38
4,39	3,63	5,10	7,24	3,69	2,40	1,27	6,02
3,72	3,80	4,79	7,04	3,85	2,56	1,32	6,32
3,51	3,76	4,65	6,67	3,89	2,64	1,27	5,82

т контроля

39,2	30,9	38,9	69,2	30,2	17,8	11,2	50,5
32,5	26,7	37,7	53,5	27,3	17,7	9,4	44,5
31,4	32,1	40,8	59,4	33,0	21,5	11,1	53,4
32,1	34,3	42,4	60,9	36,0	24,2	11,6	53,2

а 6 1

ах от неоперированного растения

Дозы азота			Дозы калия			Дозы азота + фосфор	
1/3	1/10	0	1/3	1/10	0	1/3	1/10
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	103,0	100,0	100,0
102,9	103,7	89,5	95,0	96,9	94,4	95,4	96,4
100,0	97,4	93,0	101,0	94,3	97,6	86,0	100,4
84,3	94,6	89,5	91,1	89,3	91,3	80,3	101,6

оторых серий колосья частично были повреждены воробьями.

жением веса растений неоперированных. Происходит это потому, что абсолютный вес растений на полной питательной смеси при обрезке 25% площади листьев не только не уступает весу растений неоперированных, но и несколько превышает его (если примем за 100 сухой вес неоперированных, то при 25% обрезки вес равен 106,9%). При дозе в $\frac{1}{10}$ всех элементов питательной смеси все три степени обрезки понижают процентное соотношение сравнительно с неоперированными растениями.

Из приведенных выше данных можно, следовательно, сделать и обратный вывод, имеющий весьма важное практическое значение: если посев поврежден какой-либо болезнью, понижающей урожай, то удобрение в этих условиях даст такой же эффект, как при внесении его под растения неповрежденные.

Однако же, относительные цифры, представленные в таком виде, как в таблице 5, не дают указания, как влияет степень обрезки в пределах каждой серии на разном питательном фоне. В таблице 6 для каждой серии за 100 принято контрольное неоперированное растение.

Полученный нами материал показывает, что действие разных элементов удобрительной смеси при разных степенях обрезки специфично. Так, например, при уменьшении дозы всех элементов питательной смеси, нарастание степени обрезки оказало наибольшее понижающее действие. При более сильном голодании, когда доза всех

Таблица
Вес

Степень повреждения	Доза всех элементов			Дозы фосфора		
	Полная смесь	1/3	1/10	1/3	1/10	0

В абсолютных

0	8,10	5,85	3,00	3,72	1,20	1,02
25%	8,10	—	2,92	3,99	1,08	1,05
50%	6,91	—	2,74	3,72	1,33	1,05
100%	5,92	4,95	2,00	3,72	1,29	0,76

В проц

0	100,0	72,2	37,1	45,7	14,8	12,6
25%	100,0	—	36,2	49,3	13,3	13,0
50%	100,0	—	39,8	53,7	19,2	15,2
100%	100,0	83,6	33,2	62,8	21,8	12,8

¹ За 100 приняты растения на полной питательной смеси.

элементов равнялась $\frac{1}{10}$ нормальной смеси, вес растений, начиная уже со степени обрезки в 25%, закономерно падает, в то время, как при относительно меньшем голодании ($\frac{1}{3}$ дозы) и на полной смеси только полное удаление листовых пластинок дает заметное понижение веса растений.

При разной дозировке фосфора, наоборот, обрезка оказывает наиболее сильное действие при наибольшей дозе его, т. е. при $\frac{1}{3}$ нормального количества, в то время как при сильном фосфорном голодании ($\frac{1}{10}$ дозы и 0 фосфора) растения значительно меньше реагируют на увеличение степени повреждения листовой площади.

Основываясь на данных всех серий, можно заключить, что ячмень в условиях песчаных культур, отзываясь очень сильно на разные условия питания, оказался мало отзывчивым к увеличению степени повреждения листовой поверхности в стадии трубки. Даже полное удаление листовых пластинок дает максимальное понижение (для вегетативных частей) на 29,1% ($\frac{1}{10}$ всех элементов), в то время как по данным прошлого года на яровой пшенице в полевых условиях (на грядке опытного участка) обрезка в стадии трубки дала значительно больший эффект. Так, при степени повреждения в 25%, 50%, 100% вес вегетативных частей понизился на 30, 4% — 42, 4% — 66, 7%. Зерно ячменя в условиях нашего опыта также сравнительно мало отзывается на увеличении степени обрезки в пределах каждой из серий.

на 7
зерна

Дозы азота			Дозы калия			Дозы азота + фосфор	
1/3	1/10	0	1/3	1/10	0	1/3	1/10

цифра

6,00	1,95	0,45	8,92	8,22	6,00	4,65	2,25
7,50	2,40	0,45	8,18	7,39	6,00	3,90	2,10
5,84	2,40	0,45	8,43	6,72	6,75	4,80	1,80
6,90	2,25	0,45	6,16	5,46	6,00	3,30	2,25

гект

73,5	24,1	5,6	110,2	101,5	74,1	56,5	27,8
92,6	29,6	5,6	101,2	91,3	74,1	48,2	25,9
84,5	34,7	6,5	122,0	97,3	97,7	69,4	26,0
116,6	38,0	7,6	113,7	92,2	101,3	55,7	38,0

В таблице 7 приводим абсолютные и относительные данные веса зерна (вес зерна в граммах на сосуд).

Если принять за 100 вес зерна растений на полной питательной смеси при разных степенях искусственного повреждения (см. таблицу), то увидим, что накладывающееся действие степеней обрезки не уменьшает процентного соотношения на разных питательных фонах в сторону снижения веса зерна под влиянием оперирования, а наоборот. в большинстве случаев, относительные цифры для оперированных растений выше, чем для неоперированных.

Интересно отметить, что двойной минимум питательных веществ ($1/10$ доза азот+фосфор) оказался более благоприятным для образования зерна, чем один фосфатный минимум. Цифры этой серии приближаются к данным дозы в $1/10$ азота и вдвое больше цифр для дозы $1/10$ фосфора. На образование же вегетативных частей (см. табл. 5) $1/10$ азота+фосфора действовало так же угнетающе, как $1/10$ дозы фосфора, а доза в $1/10$ азота менее ограничивала образование вегетативной массы.

Необходимо, однако, указать, что у некоторых серий намечается тенденция к повышению эффекта действия нарастающей степени обрезки с уменьшением дозы питательных веществ (ср. данные для $1/10$ дозы калия с $1/3$ дозы, $1/3$ дозы калия с полной смесью и т. д.). Для большей наглядности приводим относительные цифры для этих серий (табл. 8).

За 100 принято неоперированное растение.

Однако, не у всех остальных серий это явление заметно. Есть, повидимому, какое-то предельное состояние растения, зависящее и от условий питания, при котором степень повреждения уже оказывает

Таблица
Вес 1000

Степень повреждения	Дозы всех элементов			Дозы фосфора		
	Полная смесь	1/3	1/10	1/3	1/10	0

	Абсолют					
0	23,30	21,75	20,36	—	14,85	—
25%	22,80	22,84	23,80	20,40	17,47	—
50%	20,47	20,00	23,07	19,07	16,67	—
100%	22,05	23,52	21,85	16,75	15,95	—

В процентах от контроля

100%	94,7	108,0	107,2	—	107,5	—
----------------	------	-------	-------	---	-------	---

Таблица 8

Все зерна одного растения в процентах от неоперированного

Степень повреждения	Полная смесь	1/10 дозы всех элементов	1/3 калия	1/10 калия	Яровая пшеница по данным 1929 г.
0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
25%	100,0	97,4	92,5	89,9	61,3
50%	85,2	91,2	94,0	81,8	49,6
100%	73,1	66,6	69,0	66,4	18,4

слабое действие в сторону еще большего угнетения развития растений. Из приведенных относительных цифр видно, что полное удаление листовых пластинок в стадии трубки у ячменя дает максимальное понижение веса зерна на 33,6—33,4% (1/10 дозы калия, 1/10 дозы всех элементов) несколько большее, чем для веса вегетативных частей (29,1% для дозы в 1/10 всех элементов). По данным же 1929 г. яровая пшеница при 100% повреждений понизила урожай зерна на 81,6%.

на 9
зерен

Дозы азота			Дозы калия			Дозы азота + фосфор	
1/3	1/10	0	1/3	1/10	0	1/3	1/10

ный вес

27,35	28,95	16,66	26,04	18,81	14,74	—	—
28,70	27,42	16,52	22,10	16,96	15,63	21,95	—
26,25	22,84	15,58	21,65	14,40	16,10	20,95	19,26
23,40	25,63	15,64	15,83	12,90	10,72	20,43	21,10

(неоперированного растения)

85,6	88,5	94,1	60,8	68,6	72,8	—	—
------	------	------	------	------	------	---	---

Степень повреждения	Дозы всех элементов			Дозы фосфора		
	Полная смесь	1/3	1/10	1/3	1/10	0
0	3,51	4,19	2,53	4,12	2,10	1,67
25%	3,74	3,68	2,44	3,77	2,44	1,60
50%	3,89	4,05	2,56	3,23	2,14	1,58
100%	3,89	3,36	2,43	3,02	1,88	1,47

В процентах от веса н

100%	108,0	80,3	96,1	73,3	89,6	88,0
----------------	-------	------	------	------	------	------

Абсолютный вес зерна точно так же подтверждает наши выводы о слабой чувствительности ячменя к степени повреждения при разных условиях питания (см. табл. 9).

Относительно сильное понижение абсолютного веса при 100% обрезки получаем только при разных дозировках калия и максимум падает на $\frac{1}{3}$ дозы калия.

Аналогичные указания о меньшей отзывчивости ячменя сравнительно с другими культурами встречаем и в литературе. Heuser (4) изучал в течение трех лет влияние удаления листьев разных ярусов на озимой ржи и ячмене и нашел, что вес 1000 зерен у ячменя даже повысился при удалении как 2 так и 4 листьев в стадии начала цветения (т. е. всей действующей в это время ассимиляционной поверхности листьев). Только в 1929 г. вес несколько уменьшился. Автор связывает это явление с количеством солнечных часов за период времени от оперирования до уборки. Но у ржи во все годы вес 1000 зерен уменьшался тем сильнее, чем больше листьев было удалено. В опытах В. Н. Любименко, Е. Г. Друзенко и В. Н. Сребрянской также отмечена меньшая отзывчивость ячменя к повреждению листовой поверхности сравнительно с пшеницей и рожью.

Мы учитывали также вес корней. Песчаные культуры дают возможность довольно точно провести такой учет. Приводимые ниже цифры показывают, что корневая система еще менее, чем надземная масса, реагировала на степень обрезки листовой поверхности.

Только в одном случае ($\frac{1}{3}$ дозы фосфора) при 100%-й обрезке получено понижение веса корней на 26,7%, у остальных серий оно колеблется в пределах 1,8%—9,7%.

3. Исследование энергии фотосинтеза.

Для более глубокого анализа зависимости реакции растения на повреждение от условий питания, производились анализы энергии

а 10
раммах на сосуд)

Дозы азота			Дозы калия			Дозы азота + фосфор	
1/3	1/10	0	1/3	1/10	0	1/3	1/10
4,96	2,43	0,90	4,40	3,54	3,43	4,16	2,38
4,42	2,30	0,86	5,05	3,63	3,53	3,82	3,01
4,08	2,44	0,78	5,02	3,72	3,45	4,07	2,33
4,03	2,16	0,91	4,52	3,39	2,95	3,71	3,12
оперированных растений							
81,3	88,9	101,1	102,7	95,8	86,0	89,2	89,1

ассимиляции у оперированных и контрольных растений. Опыты проведены эвдиометрическим методом на отрезках листьев. Время экспозиции равнялось 20 мин. при температуре 27°—29° С. Растения помещались на расстоянии 30 см. от лампы в 300 w.

Анализ газа производился на приборе Боннье и Манжен.

В таблице 11 приводим цифровые данные для разных доз фосфора, азота + фосфор и полной питательной смеси.

Таблица 11
Количество поглощенной CO₂ в куб. см. на 10 кв. см. площади листа за 1 час

Д о з ы	Все эле- менты	Ф о с ф о р							А з о т				Азот + фосфор		
		28/VII	23/VII	24/VII	1/VIII	4/VIII	7/VIII	9/VIII	1/VIII	4/VIII	9/VIII	12/VIII	28 VII	1/VII	4 VIII
0	—	0,40	0,29	0,30	0,42	0,22	0,43	—	—	—	—	—	—	—	—
1/10	0,52	0,46	0,31	0,20	0,37	0,92	0,75	1,03	1,23	1,00	0,73	0,21	1,02	0,37	—
1/3	0,77	0,96	0,79	0,18	0,75	0,75	0,57	0,68	0,82	0,90	0,89	0,14	1,08	0,99	—
Полная смесь	1,04	0,99	0,83	0,69	0,95	—	1,09	0,69	0,95	1,09	1,03	—	—	—	—

Исследование энергии фотосинтеза в разные сроки показало, что с увеличением дозы фосфора, а также всех элементов смеси у неопе-

рированных растений листья ассимилируют сильнее (1,6). По дозам азота тенденция обратная: при уменьшении количества его до $1/10$ энергия ассимиляции достигает такой же величины, как у листьев растений на полной питательной смеси, а в некоторые сроки даже значительно большей.

По разным дозам азот + фосфор из трех сроков в одном случае 28/VII листья были взяты слишком поздно, в те часы, когда по данным некоторых авторов ассимиляция может очень сильно понизиться, в других двух случаях с уменьшением дозы этих двух элементов до $1/10$, $1/VIII$ энергия ассимиляции не понизилась, а $4/VIII$ сильно упала. О действии двойного минимума (азот + фосфор) мы, таким образом, определенного вывода сделать не можем.

Ход кривой ассимиляции по фосфору и по азоту при разных дозах этих элементов показывает в первом случае полный параллелизм с накоплением сухого вещества, в другом случае зависимость как бы обратного порядка (см. кривые на рис. 1 и 2); на этом примере мы видим, как трудно по одним только данным энергии фотосинтеза заключать о работе растения в целом. Эти данные так же показывают, что действие доз отдельных элементов питательной смеси на исследованный процесс специфично.

У нас нет прямых указаний для суждения о действии питательных элементов и их доз на более глубокие физиологические процессы растения, в сумме своей обуславливающих урожай растения.

Действие степени обрезки (см. таблицу 12) на энергии фотосинтеза растений тех же серий сказалось только в ближайшие после оперирования сроки, а именно—с увеличением степени обрезки увеличилась энергия ассимиляции. Однако, в условиях песчаных культур эта стимуляция, повидимому, затухает быстрее.

Таблица 12

Количество поглощенной CO_2 в куб. см. на 10 кв. см. площади листа за 1 час

Степень поврежд.	Все эле- менты		Дозы фосфора						Дозы азота						
	Полная смесь		1/3	1/10	1/3	1/3	1/10	1/10	1/3	1/10	1/3	1/10	1/3	1/10	1/3
	9/VIII	12/VIII	1/VIII		4/VIII	7/VIII		9/VIII	1/VIII		4/VIII		9/VIII		12/VIII
0	1,09	1,03	0,18	0,20	0,76	0,75	0,92	0,74	0,68	1,03	0,82	1,22	0,90	1,00	0,89
25%	1,07	0,83	0,21	0,20	0,82	0,76	—	0,72	—	—	0,80	—	—	1,07	—
50%	0,97	1,00	0,26	0,33	0,54	0,35	0,57	0,67	0,75	1,31	1,00	1,30	0,76	0,99	0,74

Уже через 9—11 дней после обрезки по дозам фосфора энергия ассимиляции листьев, у которых удалено 50% площади, понизилась. По дозам азота и дозам всех элементов понижение началось несколько позже и в этом случае падение энергии фотосинтеза не столь резкое как при разных дозах фосфора.

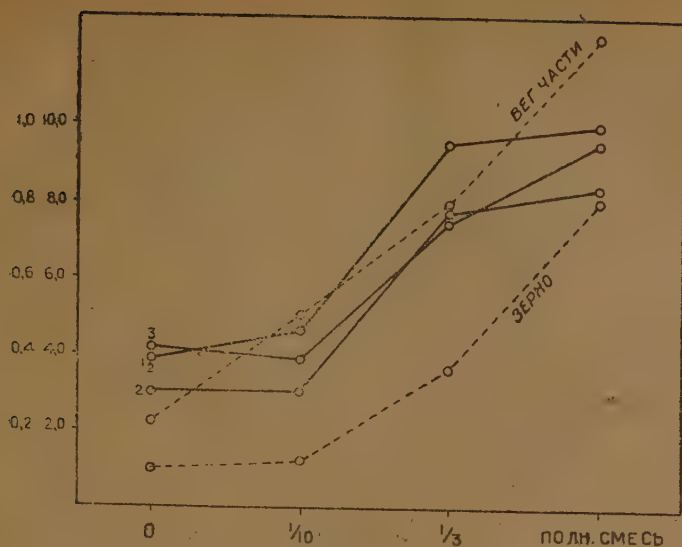


Рис. 1. Влияние разных доз фосфора на энергию ассимиляции и накопления сухого вещества. На оси абсцисс отложены дозы фосфора, на оси ординат куб. сантиметры CO_2 и сухое вещество (зерно и вегетативные части) в граммах. Кривые 1, 2 и 3 изображают ход ассимиляции 23/VII, 24/VII и 4/VIII.

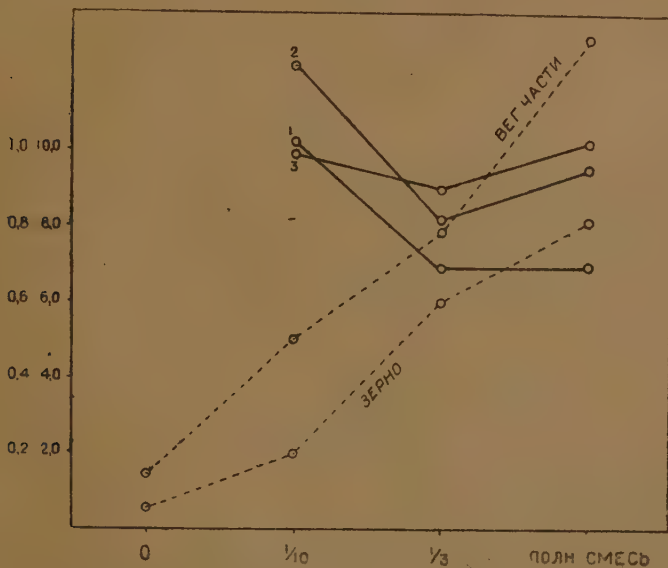


Рис. 2. Влияние разных доз азота на энергию ассимиляции и накопления сухого вещества. На оси абсцисс отложены дозы азота, на оси ординат вес зерна и вегетативных частей в граммах. Кривые 1, 2 и 3 изображают ход ассимиляции 1/VIII, 4/VIII и 9/VIII.

Связь между энергией фотосинтеза у оперированных растений и накоплением сухого вещества весьма определенная.

Усилением работоспособности остающейся части листовой пластинки, вероятно, и можно объяснить малый ущерб, наносимый растению удалением части ассимилирующей поверхности.

Для того, чтобы более детально проследить последствие оперирования на энергию ассимиляции, мы воспользовались растениями того же сорта ячменя, выращенными на грядках опытного участка. Энергия ассимиляции исследовалась на 2, 3, 5, 6, 10, 12 и 14-й день после оперирования.

Таблица 13

Количество поглощенной CO_2 в куб. см. на 10 кв. см. площади листьев за 1 час (на грядках)

Степень повреждения	На 2-й день после оперирования	3-й день	5-й день	6-й день	10-й день	12-й день	14-й день
0	0,96	—	0,99	1,09	0,81	0,71	0,80
25%	0,96	1,00	1,12	0,90	0,99	0,75	0,60
50%	1,36	1,20	1,31	1,18	1,09	1,12	0,80
75%	1,16	1,09	1,26	1,17	—	—	0,52

Полученные цифры очень рельефно показали, что с увеличением степени обрезки даже до 75% энергия фотосинтеза у остающейся части пластинки сильно возрастает¹. Только на 14-й день после оперирования наступает явление обратного порядка — с увеличением степени обрезки энергия фотосинтеза падает.

Мы видим, таким образом, что в условиях песчаных культур обратный процесс начался несколько раньше, возможно потому, что листья по своему развитию и общему габитусу отличались от листьев растений, выращенных в почвенных условиях.

Выводы.

1) Удаление 25%, 50% и 100% площади листьев в стадии трубки у растений, выращенных на разных дозах основных элементов питательной смеси, не оказало никакого влияния на быстроту наступления стадий стрелки, цветения и колошения.

2) Накладывающееся действие обрезки части листовых пластинок мало изменяет соотношение между весом вегетативных частей неоперированных растений по разному удобрительному фону при всех, даже резко отличных степенях повреждения см. табл. 5). Отсюда можно сделать и обратный вывод, имеющий практическое значение: если посев поврежден какой-либо болезнью, понижающей урожай, то удобрение

¹ Аналогичные данные нами получены и в ориентировочных немногочисленных опытах 1929 г. (см. статью о работе 1929 г. в этом же выпуске).

в этих условиях дает такой же эффект, как при внесении его под растения неповрежденные.

3) Ячмень значительно меньше чем яровая пшеница (опыты 1929 г.) реагировал на степень повреждения листьев при разных условиях питания. Максимальное понижение веса вегетативных частей при обрезке 100% площади листьев равнялось 29,1% (для яровой пшеницы—66,7%). Максимальное понижение веса зерна равнялось 33,6% (для яровой пшеницы 81,6%). Абсолютный вес 1000 зерен также сравнительно мало понизился, даже при 100% обрезки (на 39,2%).

4) Корневая система еще менее, чем надземная масса, реагировала на степень обрезки листовой поверхности.

5) Энергия фотосинтеза усиливается с увеличением дозы фосфора и дозы всех элементов питательной смеси. При разных дозах азота тенденция обратная, при уменьшении дозы до $\frac{1}{10}$ энергия ассимиляции достигает такой же величины, как у листьев растений на полной питательной смеси.

6) Уменьшение ассимилирующей поверхности на 50% при разных условиях питания увеличивает энергию фотосинтеза остающейся части листовой пластинки. Такая стимуляция имеет место, однако, до определенного момента, после которого начинается падение энергии ассимиляции. При разных дозах фосфора обратный ход кривой начинается через 9—11 дней, при разных дозах азота и дозах всех элементов через 14 дней.

7) Из приведенных данных можно сделать общий вывод: анализируя действие отдельных элементов, сопутствующих влиянию повреждений у растений (в данном случае разное удобрение и его дозировки), мы приближаемся к выяснению механизма действия этих факторов и их значения для урожая в природных условиях.

SUMMARY.

The authors have investigated the reaction of plants to artificial lesions under different conditions of providing them with essential elements of fertilization — with nitrogen, phosphorus and potassium.

The following doses of nitrogen, phosphorus and potassium and of all the elements Pri anishnikov's nutritive mixture have been tested— $\frac{1}{3}$ and $\frac{1}{10}$. Besides that, there have been set three series of experiments, in which N, P, K, have been completely excluded from the nutritive mixture. The tests have been carried out in conditions of sandy cultures.

Barley has been the crop experimented upon.

Conclusions.

1) A removal of 25%, 50% and 100% of leaf area in the tubing stage from plants grown upon different doses of the essential elements of the nutritive mixture has produced no effect upon the approach of the sagittal, flowering and earing stages.

2) The accumulative effect of the recision of parts of leaf blades effects but little the relation between the weight of the vegetative parts of operated plants under differing conditions of fertilization and in every instance of lesion, no matter how strikingly it may differ in extent (see plate 5).

Hence an inverted conclusion of practical importance may be drawn that, if a crop is damaged by a disease reducing the yield, soil fertilization under such conditions produces the same effect as when applying it to uninjured plants.

3) Barley has reacted to the severity of leaf lesions under differing alimential conditions a great deal less than spring wheat (experiments of the year 1929). When the recision of leaf area is 100%, the maximal decrease of the vegetative parts in weight amounts to 29,1% (66,7% in spring wheat). The maximal loss of weight in grain equals 33,6% (81,6% in spring *wheat*).

The absolute weight of 1000 grains has also decreased comparatively little (up to 39,2%) even when recision is 100%.

4) The root system has reacted to the extent of leaf blade recision still less than the overground vegetative mass.

5) The energy of photosynthesis has grown with the increase of the dose of phosphorus as well as that of all the elements of the nutritive mixture. In different doses of nitrogen the tendency has proved to be inverse; when reducing the dose up to $\frac{1}{10}$, the assimilation energy reaches the same amount as in leaves of plants grown on the full nutritive mixture.

6) A reducing of the assimilating surface to 50% under differing alimential conditions increases the energy of photosynthesis of the remaining part of the leaf blade. Such a stimulation, however, proceeds only up to a certain moment (limit), after which there begins a decrease of assimilation energy.

When different doses of phosphorus are used the inverse course of the curve starts in 9—10 days; when using different doses of nitrogen and of all the other elements, it begins in 14 days.

7) From the data cited above it may be possible to come to the general conclusion that by analyzing the effect of single factors attending the influence of lesion in plants (in the instance mentioned different soil fertilization and its dosing) we may approximate the explanation of the operation of these factors as well as of their importance for the yield under natural conditions.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Briggs, G. E. 1923. The Characteristics of Subnormal Photosynth. Activity resulting from Deficiency of Nutrient Salts. Roy. Soc. B. XCIV. 20.
2. Егоров, М. А.—Вопросы зольного питания растений. Харьков, 1923 г.
3. Gregory, F. G. and Richards, F. G. The Effect of Manurial Deficiency on the Respiration and Assimilation Rate in Barley. Ann. of Bot. 1929. XLIII, CLXIX: 119.
4. Heuser, W. и Boekhot, K. 1930. Untersuchungen über den Einfluss von Blatt und Ähren Schäden auf die Komponenten des Einzelährenertrags. Fortschr. d. Landw. 6: 542.
5. Любименко, В. Н., Друзенко, Е. Г. и Серебрянская, В. Н. 1930. Про значіння листових піховок у колосковців як органів, що асимілюють, в процесі фотосинтези та накупчення сухої речовини. Труды Украин. Инст. Приклад. Ботаники, т. I, стр. 98.
6. Эйдельман, З. М. 1931. Комбинированное действие условий освещения и разных доз фосфора на энергию фотосинтеза. Научно-Агроном. Жур. № 5—6, 1931.
7. Костычев, С. П., Базырина, К. и Чесноков, В. 1928. Planta 5: 696.

З. М. Эйдельман и Е. А. Банкул.

**Физиологическая оценка листьев разных возрастов
у одного и того же растения на разных стадиях развития.**

(С 5 рис.).

Z. M. Eidelman and E. A. Bankul.

**Physiological value of the leaves of different ages in the different
stages of the development of a given plant.**

(With' 5 figs.).

В практике учета повреждений, наносимых листьям растительными и животными паразитами, а также инсектофунгусидами, возраст листа играет большую роль. Ясно, что характер повреждения и вред причиняемый всему растению будет очень сильно отличаться в зависимости от того — повреждены ли молодые листья, находящиеся в стадии формирования, либо листья вполне развитые, либо, наконец, листья старые, отживающие.

Разное состояние физиологического аппарата листьев различного возраста определяет значение его в общей работе всех органов растения. Количественные показатели физиологического состояния листьев отдельных ярусов должны дать возможность учесть значение, для общего развития растения, частичного или полного повреждения листьев разного возраста, биологическим или путем или химическим

В литературе встречаются отдельные работы по этим вопросам Александров (1) изучал фотосинтез различных листьев на стебле одного и того же растения, именно подсолнечника. Энергия фотосинтеза определялась методом Сакса, по привесу сухого вещества на единицу площади листьев.

Автором получены несколько колеблющиеся цифры. Для примера приведем результаты двух опытов.

В одном опыте лист 17-го яруса накапливает сухое вещество энергичней, чем листья ниже и выше расположенных ярусов, в другом опыте 23-й лист работает наиболее энергично. Из приведенных данных ясно, что только самые старые листья (в данном случае 9 и 10 ярусы) ассимилируют значительно слабей; для остальных исследованных ярусов определенно выраженное различие установить трудно.

Ярусы Продолжительность опыта	9-й	10-й	11-й	12-й	13-й	15-й	17-й	18-й	19-й	20-й	23-й	25-й	26-й
11 — 15 ч.		+18	+68		+72	+63	+104		+80	+64			
7 — 14 ч.	+12			+34		+70		+57			+110	+72	+83

В опытах Александрова (2) с листьями разных этажей на винограде также получены неопределенные результаты по привесу сухой массы у листьев разного возраста.

По транспирации листьев разного возраста работ больше. Bergen (3) изучал транспирацию молодых и старых листьев миртового типа. По данным автора, у шести видов растений из восьми исследованных старые листья (15—18-месячные) испаряли сильнее, чем листья молодые, достигшие уже своей максимальной площади (3—4-месячные).

В работе Заленского (9) получены данные, говорящие за то, что у большинства исследованных растений верхние листья испаряют сильнее нижних, только у *Avena elatior* верхние листья испаряли менее энергично, чем нижние.

Благовещенский (4) определял транспирацию у хлопчатника методом Штокера—взвешиванием отрезанных и подвешенных веток. Нижние листья испаряли сильнее. Автор, однако, объясняет полученный результат неточностью метода.

В недавней работе Eaton (8) сделана сводка иностранной литературы о транспирации листьев разного возраста (см. также сводку Burgerstein).

Данные противоречивые: в опытах Fleischmann и Hirzel старые листья хмеля испаряют в 2,5 раза сильнее, чем молодые; Schechner показал, что у многих растений молодые листья испаряют сильнее, а средние слабей, чем молодые и старые. Pringsheim (12) также пришел к заключению, что старые листья *Sedum spectabile* теряют больше воды, чем молодые. По данным же Eaton, определявшего транспирацию путем измерения t° листа, верхние листья хлопчатника испаряют больше воды.

Разноречивость данных по транспирации листьев разного возраста, полученных разными исследователями, можно объяснить неудовлетворительностью существующих методов определения, но также вероятно, что для разных растений возраст листа имеет специфическое значение.

Целью настоящей работы являлось дать количественную оценку работы физиологического аппарата листьев разных ярусов на различных стадиях развития.

По первоначальному плану предполагалось изучать, главным образом, ассимиляционную способность листьев разных ярусов газометрическим методом. В процессе работы мы решили дополнительно

исследовать следующую ступень, характеризующую работу листьев, именно—дневной ход накопления ассимилятов у листьев и влагалищ разных ярусов и у стеблей.

Кроме того была сделана попытка применить упрощенный метод Сакса, т. е. произвести прямой учет работоспособности листьев по действительному привесу сухого вещества в листе за определенный промежуток времени.

Наконец, дополнительно нами изучалась также испаряющая способность листьев и влагалищ разных возрастов на разных стадиях развития и дневной ход состояния устьичного аппарата.

Опыты проводились с яровой пшеницей (сорт Новинка) и с соей. Растения выращивались в вегетационных сосудах Митчерлиха на открытом воздухе. Соя ничем не была повреждена. На пшенице раннего посева мучнистая роса появилась поздно и, главным образом, на отживающих листьях. Позднее посевы значительно сильнее повреждались мучнистой росой. Опыты проводились преимущественно с растениями, на которых еще не появилось повреждений. В тех опытах, где листья начинали повреждаться мучнистой росой, пораженность будет отмечена особо.

Опыты с пшеницей.

Определение энергии фотосинтеза.

Энергия газового обмена фотосинтеза изучалась на неотделенных от растения листьях, в природных условиях. Несколько опытов проведено в лаборатории при электрическом освещении.

Листья находились на расстоянии 25 сантим. от лампы в 500 в. Камеры были сделаны из круглых трубок 2,5—2,0 см. в диаметре. Количество CO_2 учитывалось при помощи поглотителей Красносельской-Максимовой и Ордоная. Оттитрование производилось до слабо розовой окраски (сравнение с штандартом). Вместо щавелевой кислоты применялись 1/25 N соляной кислоты.

Один проверочный опыт был поставлен со срезанными листьями при обогащенной CO_2 атмосфере (3,96% CO_2). Листья находились на расстоянии 30 см. от лампы в 300 в, t^0 равнялась 29° С. Углекислота учитывалась на приборе Бонье и Манжен.

В таблице 1 приводим данные об энергии газового обмена фотосинтеза у яровой пшеницы на разных стадиях ее развития.

Из цифр таблицы видно, что далеко не всегда молодые листья ассимилируют энергичней более старых. Так, в стадии кушения энергия фотосинтеза у листа третьего яруса (наиболее молодого) одинакова с таковыми у листа второго яруса.

В стадии стрелки только в одном случае, на прямом солнечном свете при достаточно высокой температуре (23,6° С, опыт 4/IX) 6-ой лист ассимилирует более энергично, чем более старые листья 5 и 4-го ярусов. В остальных трех случаях как при дневном, так и при электрическом освещении у листьев 6 и 5-го ярусов энергия ассимиляции ниже, чем у листа 4-го яруса.

В стадии колошения лист 6-го яруса также обнаружил более слабую энергию фотосинтеза, чем лист 5-го яруса, тогда как на более поздних стадиях наблюдается обратное соотношение.

Таблица 1
Поглощение CO_2 в см^3 на 10 см^2 площади листьев за 1 час
(пшеница, ярусы 1—3)

Стадия развития и дата	1-й ярус	2-й ярус	3-й ярус	Время опыта	Температура
Стадия кушения 29/VIII	—	2,98	3,07	12h2'—12h36'	26,4

Таблица 1-а
Поглощение CO_2 в см^3 на 10 см^2 площади листьев за 1 час
(пшеница, ярусы 4—6)

Стадия развития и дата	4-й ярус	5-й ярус	6-й ярус	Время опыта	Темпе- ра- тура	Примечания
Стадия стрелки						
3/IX	2,85	2,70	1,26	11h40'—12h05'	14,4	Солнца нет
4/IX	5,08	3,35	5,81	11h35'—11h58'	23,6	Солнце
6/IX	2,20	1,25	1,34	15h54'—16h19'	20,6	Электр. освещ.
7/IX	2,99	—	1,06	12h31'—12h57'	17,8	
Стадия стрелки						
9/IX	3,37	3,33	3,38	—	29,0	Опыт со срезан- ными листьями
Стадия колошения						
18/VIII	—	4,02	2,51	12h 0'—12h25'	22,0	Солнце не все время
Стадия конца цве- тения						
27/VIII	—	0,98	1,68	11h45'—12h10'	23,2	
Стадия начала мо- лочной зрелости						
2/IX	—	1,67	2,57	12h30'—12h56'	20,0	Растение повре- ждено мучни- стой росой

Наконец, следует отметить, что проверочный опыт на срезанных листьях в стадии стрелки показал, что в атмосфере, обогащенной CO_2 , энергия фотосинтеза оказалась одинаковой у листьев тех же 4, 5, 6-го ярусов.

Мы видим, таким образом, что на основании полученных результатов нельзя сделать определенных выводов о работе разных листьев в отдельные моменты развития растений. Процесс фотосинтеза — слишком сложное явление и находится в зависимости от всего слож-

ного комплекса условий данного опыта. Мы знаем, что и время дня, и все внешние сопутствующие условия, и внутренние факторы играют очень большую роль в колебаниях энергии фотосинтеза отдельных листьев одного и того же растения.

В наших опытах получены значительные колебания в энергии газового обмена фотосинтеза для листьев разных ярусов не только на разных стадиях развития, но и в одной и той же стадии (см. опыты в стадии стрелки). Для того, чтобы получить более определенные результаты, характеризующие энергию фотосинтеза листьев разных возрастов, повидимому, необходимо не только располагать большим количеством опытов, чтобы статистически доказать различие в работе отдельных листьев, но и производить измерения дневного хода энергии фотосинтеза. Данные дневного измерения в энергии газового обмена очень важны для более полной характеристики работоспособности листа, а также для того, чтобы легче было разобраться в колебаниях цифрового материала в отдельных опытах. Немногочисленные опыты, проведенные только один или даже два раза в течение дня (см. ниже опыты с соей), дают неопределенную картину.

Мы увидим далее, что анализ дневного хода углеводов в листьях разных ярусов также приводит нас к мысли о необходимости параллельного определения дневного изменения в энергии фотосинтеза в тех же листьях.

Определение содержания углеводов.

В таблице 2 приводим данные определений дневного хода накопления углеводов в листьях пшеницы, на стадиях стрелки и цветения.

Анализы углеводов проведены в лаборатории неорганической химии микро-методом Хагедорна-Иенсена (аналитик С. И. Юркина).

Таблица 2

Количество растворимых углеводов (в процентах на сухое вещество)

Ярусы листьев	9 ч.			14 ч.			18 ч.		
	Моносахариды	Дисахариды	Сумма	Моносахариды	Дисахариды	Сумма	Моносахариды	Дисахариды	Сумма
С т а д и я с т р е л к и . 4/VIII									
6-й лист . . .	2,84	4,59	7,43	2,05	7,93	9,98	2,49	9,07	11,56
5-й . . .	3,46	4,29	7,75	4,05	10,68	14,73	4,39	13,55	17,94
4-й . . .	3,65	3,98	7,63	3,06	11,44	14,50	4,04	10,17	14,21
3-й . . .	3,93	5,56	9,49	4,07	9,21	13,28	4,90	10,61	15,51
2-й . . .	3,01	15,57	18,58	4,30	5,18	9,48	4,49	13,55	18,04
С т а д и я ц в е т е н и я . 1/VIII									
6-й . . .	4,80	13,84	18,64	2,44	24,75	27,19	3,04	17,92	20,96
5-й . . .	8,44	6,48	14,92	6,32	13,40	19,72	6,25	14,88	21,13

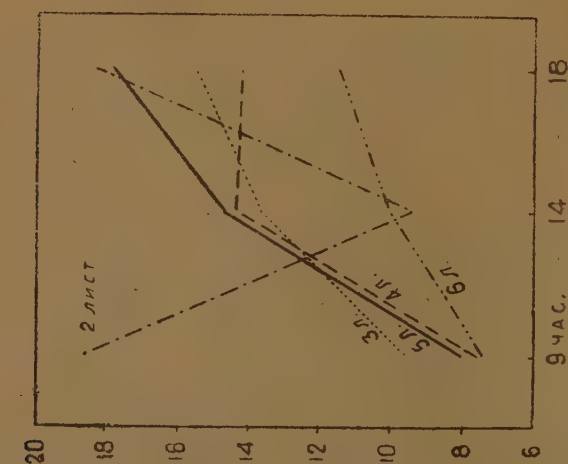


Рис. 1. На оси абсцисс отложены часы взятия проб, на оси ординат — сумма растворимых сахаров в процентах. Разные кривые изображают ход накопления углеводов в листьях разных ярусов, в стадии стрелки.

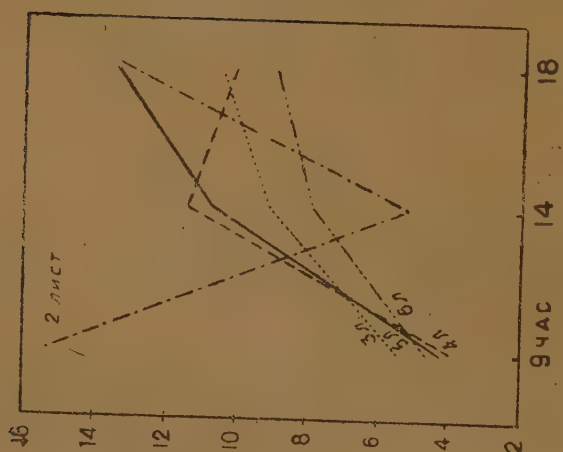


Рис. 2. На оси абсцисс отложены часы взятия проб, на оси ординат — количество дисахаридов в процентах. Разные кривые изображают ход накопления дисахаридов в листьях разных ярусов, в стадии стрелки.

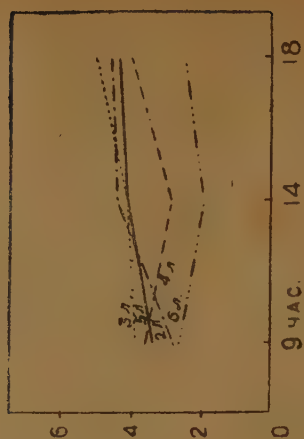


Рис. 3. На оси абсцисс отложены часы взятия проб, на оси ординат — количество моносахаридов в процентах. Разные ярусы изображены разными пунктиром. Стадия стрелки.

Из цифр таблицы видно, что на стадии стрелки сумма растворимых углеводов возрастает с 9 ч. к 14 ч. у листьев всех ярусов, за исключением 2-го. У последнего наблюдается даже падение количества углеводов. Во вторую половину дня наступает новое повышение количества углеводов, особенно резко выраженное как раз у листьев 2-го яруса. У листьев 4-го яруса этого повышения не наблюдается.

Совершенно такие же соотношения обнаруживают и колебания в содержании дисахаридов. Количество же моносахаридов изменяется в значительно меньших размерах в разные часы дня (см. рис. 3).

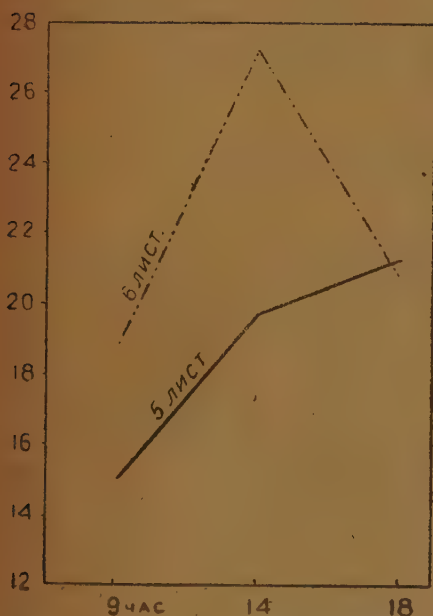


Рис. 4. На оси абсцисс отложены часы взятия проб, на оси ординат сумма растворимых сахаров в процентах. Сплошная линия—лист пятого яруса, пунктирная—лист шестого яруса. Стадия цветения.

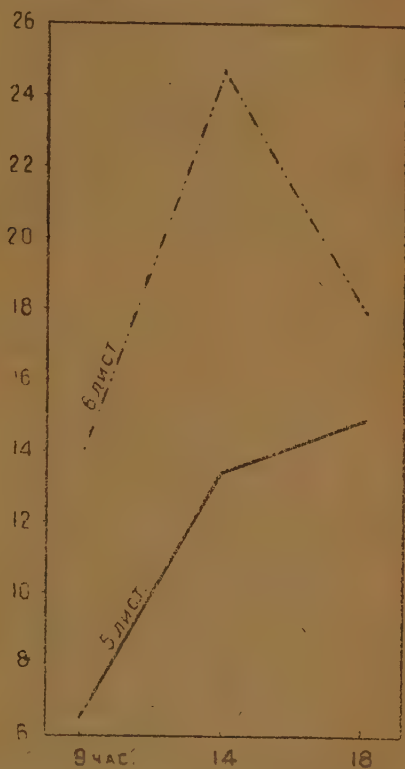


Рис. 5. На оси абсцисс отложены часы взятия проб, на оси ординат количество дисахаридов в процент х. Сплошная линия—пятый лист, пунктирная—шестой лист. Стадия цветения.

Если принять, что количество растворимых углеводов в листе растет параллельно увеличению энергии фотосинтеза, то можно прийти к выводу, что наиболее энергично ассимилируют листья 5-го и 4-го ярусов, у которых наблюдается особенно сильный подъем в содержании углеводов от 9 ч. к 14 ч. в период, когда наиболее интенсивно протекает процесс усвоения CO_2 (см. рис. 1 и 2).

Самый молодой 6-ой лист в этой стадии ассимилировал менее энергично листьев 5-го, 4-го и даже 3-го ярусов.

В стадии цветения максимум в энергии накопления ассимилятов в период от 9 ч. до 14 ч. переходит к листу 6-го яруса (см. рис. 4). Несмотря на то, что в 9 ч. в 6-ом листе был очень большой запас растворимых углеводов (18,64%), к 14 ч. количество их увеличилось на 8,55%, а в листе 5-го яруса только на 5,80% при общем запасе в 14,92%. Дисахариды обнаруживают аналогичные суммы растворимых углеводов колебания (см. рис. 5). Мы видим, таким образом, что исследование дневного хода накопления ассимилятов дает определенные указания о различной работоспособности листьев разных ярусов на разных стадиях развития. Однако же, необходимо параллельно производить измерения энергии усвоения CO_2 , а также дневного хода оттока ассимилятов у тех же листьев, ибо наряду с накоплением имеет место отток и транспорт ассимилятов из листа в стебель. Последнее может изменить картину и дать неправильное представление о работоспособности разных листьев.

Отметим тут же, что по данным, полученным нами в опытах по Саксу, в растениях, поставленных в темноту, не наблюдалось ни сильного оттока, ни ярко выраженного различия в оттоке листьев разных ярусов (см. табл. 3). На свету, однако, характер оттока может оказаться несколько иным.

Определение энергии накопления сухой массы методом Сакса.

Для определения привеса сухого вещества мы брали по 50—60 отрезков половинок листьев. Общая площадь листьев колебалась от 300 до 100 кв. см. (у 5-го листа 100 кв. см.). Половинки 12—13 см. длины отделялись при помощи иглы вдоль главной жилки из средней части пластинки листа, оставшиеся половинки листьев разделялись на 2 порции, из коих одна выставлялась на 7 ч. на прямой солнечный свет, а другая в темноту для определения оттока ассимилятов за время опыта. Измерение площади пластинок производилось путем промеров и соответствующих вычислений высоты и двух оснований отрезков, имевших форму трапеции. Листья высушивались сразу при 100° С. Окончательная сушка до постоянного веса производилась при 100°—105° С.

В таблице 3 приведены результаты трех опытов по методу Сакса.

Из цифр таблицы видно, что в стадии трубки у самого молодого листа (6-ой ярус) накопление сухого вещества идет несколько интенсивней, чем у листьев нижних ярусов.

У листьев остальных ярусов (исключая третий, цифра до экспозиции слишком мала) привес почти один и тот же. Лист второго яруса в стадии трубки, повидимому, обладал уже малой ассимиляционной способностью, кончики у большинства листьев засыхали.

Опыт в стадии цветения мог быть проведен только с двумя верхними листьями, листья остальных ярусов к этому времени сильно пожелтели. В этом опыте получен аналогичный результат; у самого молодого листа привес сухого вещества почти вдвое больше, чем у листа 5-го яруса.

Опыт с более поздним посевом, в стадии стрелки, также дал наибольший привес для листа 6-го яруса, у листьев остальных ярусов

Таблица 3
Абсолютно-сухое вещество в мг. на 100 см². площади листьев

Ярусы листьев	Растения выставлены на свет			Растения поставлены в темноту			Примечания
	До опыта	После опыта	Привес	До опыта	После опыта	Разница	
С т а д и я т р у б к и. О п ы т о т 18/VII ¹							
6 л.	35,8	41,1	+ 5,3	36,3	37,0	+ 0,7	t° в 7 ч. в тени 21,4°, на солнце 24,4°
5 „	34,1	36,9	+ 2,8	34,2	35,7	+ 1,5	
4 „	34,0	37,0	+ 3,0	35,3	36,9	+ 1,6	
3 „	30,1(?)	37,1	+ 7,0(?)	32,1	34,8	+ 2,7	Погода пасмурная, иногда прогля- дывало солнце
2 „	39,2	41,5	+ 2,3	34,9	33,8	— 1,1	

Стадия цветения. Опыт от 4/VIII²

6 л.	52,8	61,2	+ 8,4	48,9	48,7	- 0,2	t° в 13 ч. 10 м. в тени 28,6, на солнце 37,2°
5 „	40,9	45,9	+ 5,0	42,5	41,0	- 1,5	

Стадия стрелки (более поздний срок посева). Опыт от 4/VIII³

6 л.	33,7	49,6	+15,9	39,5	36,3	- 3,2	t° в 10 ч. утра на солнце 30°
5 „	42,6	50,0	+ 7,4	38,8	36,6	- 2,2	
4 „	39,6	48,6	+ 9,0	38,3	34,8	- 3,5	
3 „	35,1	41,9	+ 6,8	38,5	38,0	- 0,5	
2 „	39,0	39,4	+ 0,4	36,7	36,3	- 0,4	

привес колеблется незначительно (исключая 2-ой ярус). У 6-го яруса цифра привеса очень велика, вызывают сомнение данные веса 100 см². площади до экспозиции; они были проверены и получен один и тот же результат.

Мы видим, таким образом, что и метод Сакса оказался мало пригодным для наших целей. Теоретически трудно представить, чтобы листья 5-го, 4-го, 3-го (а в стадии трубки и 2-го) ярусов не различались по своей ассимиляционной способности.

¹ Продолжительность опыта: на свету с 7 ч. 20 м. до 14 ч. 20 м., в темноте с 8 ч. 50 м. до 16 ч. 50 м.

² Продолжительность опыта: на свету с 7 ч. до 15 ч., в темноте с 8 ч. 45 до 16 ч.

³ Продолжительность опыта: на свету с 7 ч. 50 м. до 15 ч., в темноте с 8 ч. 45 м. до 16 ч.

Таблица 4

Транспирация листьев пшеницы и овса
(в граммах на 100 см² площади в 1 час)

Ярусы листьев	Л и с т ь я				В ла га ли щ а			Температура по С° в лаборатории
	Через 20 ч.	Через 26 ч.	Через 44 ч.	Через 68 ч.	Через 20 ч.	Через 44 ч.	—	
Стадия стрелки. 3/VII								
6 ярус	0,11	—	0,11	0,10	0,23	0,18	—	22,6 — 24,8°
5 "	0,17	0,16	0,18	0,14	0,21	0,16	—	
4 "	0,29	0,26	0,24	0,19	0,40	0,24	—	
3 "	0,39	0,35	0,33	0,28	1,55	1,12	—	
2 "	0,48	0,33	0,30	0,25	—	—	—	
Стадия начала стрелки. 4/X								
	24 ч.	36 ч.	—	—	24 ч.	36 ч.	—	16,8 — 18,0°
6 "	0,23	0,20	—	—	0,40	0,32	—	
5 "	0,30	0,26	—	—	0,37	0,34	—	
4 "	0,36	0,33	—	—	0,34	0,34	—	
3 "	0,50	0,49	—	—	—	—	—	
Стадия цветения. 28/VII								
	5 ч.	12 ч.	38 ч.	—	5 ч.	12 ч.	38 ч.	22,0 — 23,5°
6 "	0,25	0,23	0,20	—	0,27	0,22	0,17	
5 "	0,27	0,35	0,33	—	0,29	0,45	0,38	
4 "	0,50	0,36	0,32	—	0,34	0,54	0,40	
Стадия цветения. 31/VII								
	19 ч.	24 ч.	48 ч.	—	19 ч.	42 ч.	48 ч.	22,4 — 24,9°
6 "	0,16	0,15	0,16	—	0,11	0,10	0,14	
5 "	0,14	0,18	0,19	—	0,19	0,11	0,17	
4 "	—	—	—	—	0,52	0,40	0,40	
Стадия молочной зрелости. 9/VIII								
	19 ч.	43 ч.	—	—	19 ч.	43 ч.	72 ч.	20,6 — 22,8°
6 "	0,32	0,15	—	—	0,12	0,15	0,14	
5 "	0,23	0,12	—	—	0,65	0,73	0,64	
4 "	—	—	—	—	0,51	0,64	0,60	
Стадия молочной зрелости. 10/VIII (овес)								
	24 ч.	48 ч.	72 ч.	—	24 ч.	48 ч.	72 ч.	18,6 — 20,0°
6 "	0,26	0,30	0,34	—	0,08	0,09	0,04	
5 "	0,26	0,34	0,36	—	0,09	0,12	0,08	
4 "	0,24	0,26	0,27	—	0,35	0,33	0,25	
3 "	0,27	0,25	—	—	—	—	—	

Определение транспирации производилось весовым методом. Отделенные от растения листья помещались в колбочки с водой, для устранения прямого испарения воды последняя покрывалась слоем подсолнечного масла около 1 см. толщины. Листья укреплялись при помощи ватных пробок.

В таблице 4 приведены данные энергии испарения у листьев пшеницы и овса.

Из приведенных цифр видно, что в более ранние стадии развития (стадия стрелки—см. опыты 3/VIII, 4/IX) количество испаряемой листом воды увеличивается с возрастом листа. В обоих опытах и за все исследованные промежутки времени закономерность для листьев всех ярусов сохраняется.

В стадии цветения (опыт 28/VII) различие в испаряющей способности листьев 4-го, 5-го и 6-го ярусов сохраняется, а в стадии молочной зрелости, когда самый верхний лист тоже начинает уже стареть, различие между 5-м и 6-м ярусом ступенчается.

Листья нижних ярусов у пшеницы в стадии молочной зрелости уже засохли, поэтому мы взяли овес с участка в той же стадии. У овса листья 3-го и 4-го ярусов были совсем зелеными и ничем не повреждены.

В этом опыте получены такие же данные, как и у пшеницы, через сутки испарение в стадии молочной зрелости мало меняется в зависимости от возраста листа. При более продолжительной экспозиции испаряющая способность молодых листьев даже несколько увеличилась по сравнению с нижними более старыми листьями.

Особенно рельефные цифры получены для влагалищ. Чем ниже расположено влагалище, тем сильнее оно испаряет. У влагалища 4-го яруса количество испарившейся воды в несколько раз больше (у пшеницы и у овса), чем у 5-го и 6-го ярусов.

Такие данные получены при всех опытах с влагалищами, на всех стадиях развития даже тогда, когда листья разных ярусов испаряли одинаково (стадия цветения 28/VII).

Отметим, что влагалища не были повреждены мучнистой росой, и различие в транспирации следует отнести исключительно на счет возраста. Только в одном опыте (4/IX) позднего посева в стадии начала стрелки, между влагалищами 4-го, 5-го и 6-го ярусов, видимо, не настолько еще проявилось различие в возрасте, чтобы изменилась и испаряющая способность у этих влагалищ.

Результаты состояния устьиц не совсем подтвердили наши предположения о том, что повышенная транспирация более старых листьев может быть связана с значительным изменением регулирующей способности устьичного аппарата у этих листьев.

Ширина устьичных щелей определялась путем измерения их микрометрическим окуляром. Среднее выведено из 20-ти номеров.

В таблице 5 сведения полученные цифры.

Из таблицы видно, что в стадии стрелки ширина устьичных щелей на листе 4-го яруса, испарявшего энергичнее, чем более молодые, в 9 ч. и 13 ч. меньше, чем у листьев 5-го и 6-го ярусов. К 17 часам устьица на 4-ом листе несколько шире открыты, чем на 5-м и 6-м листьях. В стадии трубки, во все исследованные часы дня, устьичные щели были значительно уже, чем в стадии стрелки

Таблица 5

Ширина устьичных щелей (в микронах)

Ярусы	Стадия стрелки			Стадия трубки		
	9 ч. утра	13 ч. дня	17 ч. дня	9 ч. утра	13 ч. дня	17 ч. дня
6 л. . .	0,19	0,20	0,06	0,0	0,06	0,02
5 " . . .	0,17	0,18	0,08	0,02	0,05	0,04
4 " . . .	0,05	0,09	0,10	0,02	0,07	0,04

(пробы взяты в один день у растений обеих стадий). У листьев нижнего яруса (4-го) степень открытости устьиц несколько больше, чем у верхних листьев. Повидимому, внеустьичная регулировка транспирации имела большее значение, чем устьичная.

Опыты с соей.

Исследование энергии фотосинтеза у сои не было приурочено к определенным стадиям развития (она в наших условиях не зацвела и не дала плодов.)

С вполне развитым растением, имевшим 7 ярусов настоящих листьев, было проведено довольно большое число опытов для того, чтобы установить, существует ли различие в работе наиболее старых и наиболее молодых листьев. Исследовались, поэтому, 2-й, 4-й и 6-й ярусы. Необходимо отметить, что у сои самые старые листья (в данном случае 2-го яруса) имели совершенно зеленый вид, никаких признаков пожелтения или старения, а также никаких повреждений не было.

Методика применялась та же, что и в опытах с пшеницей, с тем, однако, различием, что все опыты проведены при электрическом освещении в лаборатории. Листья находились на расстоянии 25 см. от лампы в 500 w. Часть опытов была проведена с круглыми камерами, сделанными из мерных колб на 500 куб. см., другая часть опытов проведена в плоских камерах.

В таблице 6 сведены данные энергии фотосинтеза у листьев сои.

Для того, чтобы разобраться в цифровом материале, необходимо остановиться на некоторых деталях. Три первых опыта проведены с круглыми камерами. В этих камерах большие тройчатые листья с трудом расправляются и поэтому не удается очень равномерно осветить листья разных ярусов, сильно различающихся по размерам (площадь 2-го яруса = 35,0 — 41,3 см², 4 яр. = 67,9 — 88,4 см.², 6 яр. = 89,3 — 105,0 см²). Возможно, что этим обстоятельством и можно объяснить полученные цифры, из которых явствует, что листья 2-го яруса по своей ассимиляционной способности равны листьям 4-го и 6-го ярусов, либо даже превосходят их.

Четвертый опыт 11/IX был поставлен только с средними листочками. В этом опыте результат другой — наименьшая энергия ассими-

Таблица 6

Поглощение CO_2 в см^3 на 10 см^2 площади листа за 1 час (соя)

Дата	Продолжительность опыта	2-й ярус	4-й ярус	6-й ярус	Температура по C° ¹
8/IX . .	12h55' — 13h22'	1,05	0,37	0,34	16,8°
8/IX . .	16h8' — 16h34'	0,50	0,38	0,43	17,8°
9/IX . .	13h21' — 13h43'	1,66	0,97	1,06 ²	20,0°
11/IX . .	15h7' — 15h34'	0,13	0,32	0,55 ³	16,2°
14/IX . .	13h6' — 13h34'	0,38	0,42	0,52 ⁴	
16/IX . .	11h04' — 11h30'	0,95	0,84	1,08 ⁴	
16/IX . .	15h27' — 15h24'	0,54	0,39	0,58 ⁴	
17/IX . .	11h50' — 12h16'	0,44	0,39	0,60 ⁴	14,6°
17/IX . .	16h6' — 16h34'	0,76	0,34	0,61	в камере 28,5°— 30,0°
18/IX . .	—	0,97	0,42	0,44	

ляции была у 2-го яруса, наивысшая—у 6-го яруса. Если примем за 100 энергию ассимиляции листа второго яруса, то для 4-го и 6-го ярусов получим следующие цифры.

	2 яр.	4 яр.	6 яр.
Опыт 11/IX в %	100,0	245,0	418,0
„ 14/IX в %	100,0	109,0	134,0

Следующий опыт (14/IX) был поставлен с целым листом, но в плоских камерах, в этом случае также достигалось более равномерное освещение разных листьев. И здесь полученный результат показывает, что у 2-го яруса энергия фотосинтеза несколько ниже, чем у листа 4-го яруса; у 4-го яруса ниже, чем у 6-го (см. приведенные выше относительные цифры). В следующих пяти опытах, также проведенных в плоских камерах, аналогичных результатов однако же не получено. Во всех случаях энергия фотосинтеза листа 2-го яруса выше, чем у 4-го яруса, и приближается к энергии фотосинтеза листа 6-го яруса. У листа же 4-го яруса, почти во всех опытах (в 8-ми из 10-ти опытов), наблюдалась более низкая энергия ассимиляции, чем у листа 6-го яруса.

Таким образом и в опытах по газовому обмену фотосинтеза у сои получены результаты, не дающие возможности сделать определенных

¹ Измерялась t° воздуха возле камеры и внутри камеры.

² 7-й ярус.

³ 1 средний листочек.

⁴ Плоские камеры.

выводов о работе листьев разных ярусов. И здесь с очевидностью выступает необходимость производить большее количество измерений энергии фотосинтеза у разных листьев, а также изучать дневные изменения в энергии усвоения CO_2 с параллельным учетом накопления ассимилятов у тех же листьев.

Выводы.

Полученный нами материал показывает, что вопрос об установлении различий в работе физиологического аппарата листьев разных ярусов очень сложен и не так легко и просто разрешается. Примененные нами методы учета энергии разложения CO_2 в естественных условиях и учет работоспособности листьев по привесу сухого вещества не дают определенных результатов.

Характер данных, полученных путем учета энергии разложения CO_2 в естественных условиях, говорит за то, что применяя этот метод необходимо поставить значительно большее число опытов, чтобы статистически доказать даже и небольшие различия в ассимиляционной способности листьев разного возраста. Необходимо также изучать дневные изменения в энергии фотосинтеза с параллельным учетом накопления ассимилятов в листьях разных возрастов. Наши определения растворимых углеводов показали, что этим методом удастся подметить различие в работе листьев отдельных ярусов на разных стадиях развития. Так, в стадии стрелки (с 9 утра до 14 час. дня) наиболее энергично накапливали ассимиляты листья 5-го и 4-го ярусов, а в наиболее молодом листе 6-го яруса прирост растворимых углеводов в тот же период дня был даже меньше, чем в листе 3-го яруса (см. табл. 2). В стадии цветения максимум в энергии накопления ассимилятов переходит к листу 6-го яруса (по сравнению только с 5-м ярусом, листья остальных ярусов в этой стадии были уже сильно пожелтевшими).

Необходимо однако подчеркнуть, что не всегда количество углеводов в листе может служить мерилом энергии ассимиляции, ибо наряду с накоплением углеводов имеет место отток и транспорт ассимилятов из листа в стебель. Поэтому и нужно параллельно исследовать энергию газового обмена фотосинтеза.

Упрощенный метод Сакса также оказался мало пригодным для наших целей. Так, например, данные привеса сухого вещества для таких разных листьев, как 5-й, 4-й, 3-й и даже 2-й ярусы, очень мало различаются между собой.

Учет испарения показывает, что в стадии стрелки и цветения более старые листья испаряют сильнее, чем более молодые.

В стадии молочной зрелости листья разных ярусов испаряют одинаково.

Более старые влагалища на всех стадиях развития испаряют сильнее, чем более молодые.

Результаты учета транспирации показывают, таким образом, что нельзя различать транспирацию старых и молодых листьев вне связи со стадией развития растения. Мы видим, что на разных стадиях развития испаряющая способность старых и молодых листьев была безразличной.

В этом, возможно, и заключается причина расхождения данных исследований разных авторов.

SUMMARY.

The present work has been undertaken with the view to elucidate the physiological value of the leaves of different strata in different stages of development.

It is very important to have data in this direction for making clear the significance of injuries caused to the leaves of different ages by animal and plant parasites and also by poisons.

The following indexes of the work of the physiological mechanism of the leave have been recorded; in wheat — the energy of photosynthesis in the leaves not separated from plants, accumulation of soluble carbohydrates during the day and the transpiration; in soybeans only the energy of the metabolism of gases in the photosynthesis.

The materials obtained show that the differences in the work of the physiological mechanism of the leaves belonging to different zones are difficult to discover owing the complex character of this problem. The methods used by the author viz, the records of the energy of the decomposition of CO_2 in natural conditions and records of the efficiency of the work of leaves calculated on the basis of the increase of dry stuff are not sufficiently conclusive.

The general character of data obtained from the records of the energy of CO_2 decomposition shows that to prove statistically even slight distinctions in the assimilation of the leaves of different ages, it is necessary to conduct a much greater number of experiments if using the above method.

It is also necessary to study the changes in the energy of photosynthesis during the day and to record simultaneously the accumulation of assimilated substances in the leaves of different age. The authors analyses of soluble carbohydrates have shown that this method is satisfactory for recording distinctions in the work of the leaves of different strata in different stages of development. So e. g. in stage of sprout between 9, a. m. the most energetic assimilation takes place in the leaves of the 5th and 4th zones; meanwhile in the youngest leaf of the 6th zone the increase in the soluble carbohydrates for the same period of the day is even less than in a leaf of the 3rd zone (see plate 2).

During the period of florescence the maximum energy of the accumulation of assimilated stuffs is passed over to the leaf of the 6th zone (as compared to the 5th zone only, the leaves of remaining zones have already become markedly yellow in this stage).

Because along with the accumulation of carbohydrates the latter are transported from one leaf to another the fact should be emphasised that the amount of carbohydrates on the leave is not an exact index of its energy. That is why the energy of the metabolism of gases in photosynthesis should be investigated simultaneously.

The simplified Sachs' method proved to be not sufficiently adequate for our work. So e. g. there are but slight distinctions in the increase of dry substance between such different leaves as those of the 5th, 4th, 3rd and even the 2nd zones.

The record of evaporation in wheat shows that in the stage of sprout and during florescence the elder leaves evaporate more intensely than the younger ones. In the stage of milky maturity the leaves of different zones evaporate equally. The elder vaginal evaporate more in all the stages of development than the younger ones.

The results of the record of transpiration thus show that the discrimination is impossible between the transpiration in old leaves and that in young ones if not taking into account the dependence upon the stage of the development of the plant.

We have seen that in different stages of development the evaporation in young leaves differs from that in old ones.

This circumstance seems to be a cause of the different authors' data not being in correspondence with each other.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Александров, В. Г. Фотосинтез различных листьев на стебле одного и того же растения. Зап. Тифл. Бот. Сада. 1924. III.
2. Александров, В. Г., Абесадзе и Макаровская. Об ассимиляционной и транспирационной работе листьев основных кахетинских сортов. Зап. Тифл. Бот. Сада. 1927 VI.
3. Bergen, U. U. Relative transpiration on old and new leaves of the *Myrtus* type. Bot. Gaz. 1904. 38. 446.
4. Благовещенский, А. В. с сотр. Опыт изучения физиологии опадения завязей у хлопчатника. Труды САГУ. 1929. 8. 10. 17.
5. Burgerstein. Die Transpiration der Pflanzen. II Teil. Jena 1920 а. 264 pp.
6. Булгакова, З. П., Гюббенет, Е. Р. и Любименко, В. Н.. До питания про механизм транспорту углеводов у сахарного буряка. Труды Укр. Инст. Прикл. Бот. 1930. 1. 43.
7. Васильев, И. М. Влияние засухи на превращение углеводов в пшеницах. Тр. Пр. Бот. Селек. 1931. 27. 5. 47.
8. Eaton, M. F. Cell-sap concentration and transpiration as related to age and development of Cotton leaves. Journ. Agr. Res. 1930. 40. 9. 791-805.
9. Заленский, В. Р. О величине транспирации верхних и нижних листьев. Изв. Саратов. С.-Х. И-та. 1923. 1-13.
10. Красносельская-Максимова, М. А. и Ордоян, А. Г. К методике учета ассимиляции и устойчивых движений в природных условиях. Тр. по Прикл. Бот. Селек. 1929. 22.1. 441-448.
11. Максимов, Н. А. Физиологические основы засухоустойчивости. 1926.
12. Pringsheim, F. Wasserbewegung und Turgorregulation in welkenden, Pflanzen. Jahrb. Wiss. Bot. 1906. 43. 89. 144.
13. Рихтер, А. А., Дворецкая, Е. И., Гречушников, А. И. Транспирация и дезассимиляция инфицированных грибом организмов. Жур. Оп. Agr. Ю.-В. 1929. 7. 2. 99.
14. Tschesnokov, V., Bazyrine, K. Die Ableitung der Assimilate aus dem Blatt. Planta. 1930. 11.3. 473-484.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Любименко, В. Н. О коэффициентах вредности	1
Эйдельман, З. М. Влияние механического уменьшения листовой площади на рост и развитие культурных растений в связи с методикой учета повреждений от болезней	15
Шевченко, В. Опыты по изучению влияния искусственного уменьшения ассимиляционной поверхности листьев у хлебов на образование урожая	44
Теличко, С. Ф. и Сиряченко, Е. А. Влияние механического уменьшения площади листовых пластинок на развитие яровой пшеницы на широте Киева	61
Эйдельман, З. М. Основные результаты опытов искусственного уменьшения листовой поверхности на разных географических пунктах	65
Щеглова, О. А. и Чернышева, Е. В. Влияние механического уменьшения листовой площади на развитие растений, накопление сухой массы и урожая зерна у яровой пшеницы и ячменя	73
Эйдельман, З. М. и Банкул, Е. А. Влияние механического уменьшения листовой площади и разных условий питания на накопление сухого вещества у злаков	113
Эйдельман, З. М. и Банкул, Е. А. Физиологическая оценка листьев разных возрастов у одного и того же растения на разных стадиях развития	131

Редакторы выпуска: В. Н. Любименко и
З. М. Эйдельман.

CONTENTS.

	Page
Liubimenko, W. N. On the coefficients of injury	1
Eidelman, Z. M. Effect of mechanical reduction of leaf area upon the growth and development of cultivated plants in connection with the methods of counting injuries from diseases	15
Shevtchenko, V. An experimental study of the influence of the artificial decrease of the assimilating area of leaves on the amount of harvest	44
Telitchko, S. F. and Siryatchenko, E. A. The influence of artificial decrease of the area of leaves on the development of summer wheat at the latitude of Kiev	61
Eidelman, Z. M. Principal results of experiments on artificial reduction of leaf surface in the different geographical points	65
Stcheglova, O. A. und Tchernysheva, E. W. Studien über den Einfluss der mechanischen Verminderung der Blattfläche auf die Entwicklung der Pflanze, auf den Zuwachs der trockenen Masse und auf die Kornernte bei Sommerweizen und Gerste	73
Eidelman, Z. M. and Bankul, E. A. Effect of mechanical reduction of leaf area and of different alimantal conditions upon the accumulation of dry stuff in cereals	113
Eidelman, Z. M. and Bankul, E. A. Physiological value of the leaves of different ages in the different stages of the development of a given plant	131

Editors: W. N. Liubimenko and
Z. M. Eidelman.

Институт Защиты Растений. Всесоюз. Академи Сел.-Хоз. Наук им. В. И. Ленина—№ 60
 Ответственный редактор М. М. Бек. Технический редактор Ю. А. Тайбер.
 Сдано в набор 21 апреля 1932 г. — Подписано к печати 20 октября 1932 г.
 Формат бум. 72 × 110 см. — 9¼ печ. листов. — Тираж 1000 экз.
 Число типогр. знаков в листе — 58.240.
 Ленгорлит № 39481. Заказ № 1146.

Типография „Печатня“

Ленинград, Прачечный пер., 6

